

01985



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN PSICOLOGIA

EL DESARROLLO DE NOCIONES ANATOMICO- FISIOLOGICAS EN NIÑOS Y ADOLESCENTES ESCOLARIZADOS.

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
DOCTOR EN PSICOLOGIA**

**P R E S E N T A :
RIGOBERTO LEON SANCHEZ**

**TUTOR:
DR. GERMAN PALAFOX PALAFOX**

**COMITE TUTORAL:
DRA. SYLVIA ROJAS RAMIREZ
DRA. ROSAURA RUIZ GUTIERREZ
DRA. SANDRA CASTAÑEDA FIGUEIRAS
DR. FLORENTE LOPEZ RODRIGUEZ
DR. FERNANDO FLORES CAMACHO
DRA. ISABEL REYES LAGUNES**



CIUDAD UNIVERSITARIA

2005

m 340 996



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

A mi hogar, la Universidad Nacional Autónoma de México, por darme la oportunidad de estudiar en sus aulas y permitirme ser parte de una gran institución.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico otorgado para la culminación de mis estudios de postgrado.

A los miembros de mi Comité Tutoral, porque siempre supieron entablar un diálogo respetuoso y productivo. Esta tesis guarda el eco de sus voces.

A Germán Álvarez Díaz de León y Pablo Fernández Christlieb, amigos de toda la vida.

A la Dra. Isabel Reyes Lagunes, universitaria de pura cepa. Por todo el apoyo que siempre he recibido de ella, pero sobre todo, por ser mi amiga.

A la Dra. Sylvia Rojas Ramírez, con todo el respeto, admiración y cariño que ha sabido inspirarme, y porque esta tesis es en gran parte obra suya. Mi eterno agradecimiento.

A María del Carmen Montenegro Núñez de Álvarez, María Luisa Herrán Iglesias, Lourdes Reyes Ponce, Alvaro Jiménez Osornio y María Teresa Gutiérrez Alanis, porque han continuado siendo una bella amistad. Gracias por todo lo que me han dado.

A Elena Calderón Canales con todo mi cariño.

Al Dr. Germán Palafox Palafox, mi amigo y tutor.

Al Dr. Fernando Flores Camacho por todas sus enseñanzas.

A Kirareset Barrera García, mi admiración y cariño. Gracias por todo.

A la Dra. Rosaura Ruiz Gutiérrez por todo su apoyo y amistad.

Al Dr. Florente López Rodríguez, respetuoso pero crítico de las ideas de los demás.

A la Dra. Sandra Castañeda Figueiras, excelente interlocutora.

A Viviane Javelly Gurría, una mujer hermosa, gran amiga, de quien sólo he recibido palabras de aliento. Toda mi gratitud.

A la Dra. Asunción López Manjón, por todo su apoyo y confianza, y por tener el privilegio de ser su amigo.

A Federico y Gonzalo Diego Silva (gemelitos 1 y 2 respectivamente), porque algún día pensarán que la sopa, no obstante su pésimo sabor, sirve para crecer. Y a sus padres, Cecilia Silva y Juan Carlos Diego, por haber tenido unos hijos tan maravillosos.

A mis padres, In Memoriam.

ÍNDICE

RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	xviii
CAPÍTULO I: EL ENFOQUE DOMINIO ESPECÍFICO. PLANTEAMIENTOS Y PROBLEMÁTICAS.	1
1.1 Construcción de conocimientos y especificidad de dominio.	1
1.2 El proceso de categorización y la dicotomía perceptual-conceptual.	6
1.2.1 Los conceptos y las teorías.	9
1.2.2 Los cambios en las teorías (cambio conceptual).	14
1.3 El dominio específico de la biología.	19
1.3.1 La diferenciación de propiedades físicas y psicológicas (el problema de la herencia).	24
1.3.2 La diferenciación de propiedades físicas y psicológicas (el problema mente-cuerpo).	30
1.3.2.1 La diferenciación mente-cuerpo.	31
1.4 Las ideas de los niños sobre salud y enfermedad.	38
1.5 El concepto de muerte que tienen los niños	49
CAPÍTULO II: EL CONOCIMIENTO DE LAS FUNCIONES CORPORALES.	55
2.1 La perspectiva de Susan Carey.	55
2.2 Las ideas de los niños acerca del interior del cuerpo. Investigaciones y resultados.	62
2.2.1 Las concepciones del niño del interior del cuerpo. Las primeras investigaciones.	63
2.2.2 Estudios acerca del desarrollo de las nociones anatómico-fisiológicas.	68
2.3 Factores que influyen en el conocimiento del interior del cuerpo.	77
2.3.1 Las ideas de las adolescentes sobre el aparato reproductor femenino.	79
2.3.2 Diferencias entre los conocimientos anatómico y fisiológico.	81
2.4 Las ideas previas de los alumnos sobre el aparato digestivo.	88
2.5 Las concepciones de los niños acerca de los alimentos.	98

2.6 El desarrollo de la comprensión de los fenómenos biológicos en los niños.	106
2.7 ¿Poseen los niños, realmente, un grupo organizado de concepciones en torno del funcionamiento del interior del cuerpo?	121
CAPÍTULO III: “LA COMIDA QUE SIRVE, LA GUARDAMOS EN EL ESTÓMAGO”. LAS IDEAS DE LOS NIÑOS Y LOS ADOLESCENTES SOBRE EL PROCESO DIGESTIVO	127
3.1 El problema de tipificar la naturaleza del conocimiento biológico en los niños.	127
3.1.1 Los métodos de indagación.	132
3.1.2 ¿Ambigüedad de la pregunta o sesgo de la respuesta?	134
3.2 Planteamiento del problema.	136
3.3 Justificación.	138
3.4 Estudios propuestos.	139
3.4.1 Más allá de las relaciones entrada-salida en la explicación de los procesos corporales.	139
3.4.2 La relación comida-proceso digestivo.	143
3.4.3 La indagación de las ideas de los niños acerca del proceso digestivo.	145
3.5 ESTUDIO 1	146
3.5.1 Método.	146
3.5.2 Resultados.	152
3.5.3 Discusión.	162
3.6 ESTUDIO 2	165
3.6.1 Método.	165
3.6.2 Resultados.	168
3.6.3 Discusión.	177
3.6.4 Conclusiones de los Estudios 1 y 2.	180
3.7 ESTUDIO 3	184
3.7.1 Método	184
3.7.2 Resultados	187
3.7.3 Clasificación y propiedades de los alimentos.	187
3.7.3.1 Cuáles son los alimentos nutritivos y cuáles los alimentos chatarra.	187
3.7.3.2 Por qué un alimento es nutritivo y por qué otro es chatarra.	189
3.7.4 Localización y Función de los órganos.	195
3.7.4.1 Localización de los órganos.	195
3.7.4.2 Función de los órganos.	197

3.7.5	La indagación de los procesos orgánicos. Problemáticas y propuesta.	199
3.7.6	Trayecto y transformación de los alimentos.	203
3.7.6.1	Tipificación de los alimentos (manzana y papa sabritas).	203
3.7.6.2	Del plato a la boca, se cae la sopa. O bien, se va al estómago.	204
3.7.6.3	El trayecto del alimento por el tracto digestivo (manzana).	205
3.7.6.3.1	El destino final de la manzana.	206
3.7.6.4	Trayecto boca-estómago (pregunta 15b, papa sabritas).	206
3.7.6.4.1	El trayecto del alimento por el tracto digestivo (papa sabritas).	207
3.7.6.4.2	El destino final de la papa sabritas.	208
3.7.7	Transformación de los alimentos.	208
3.7.7.1	Transformación de la manzana.	211
3.7.7.1.1	Preguntas 13a y 14a.	211
3.7.7.1.2	Pregunta 17a.	211
3.7.7.1.3	Pregunta 20a.	212
3.7.7.1.4	Pregunta 24a.	213
3.7.7.2	Transformación de la papa sabritas.	214
3.7.7.2.1	Preguntas 13b y 14b.	214
3.7.7.2.2	Pregunta 17b.	215
3.7.7.2.3	Preguntas 20b y 24b.	215
3.7.7.3	Efectos en el orden de aplicación.	216
3.7.8	Análisis de los resultados.	216
3.7.8.1	El trayecto de los alimentos.	218
3.7.8.2	La transformación de los alimentos.	225
3.7.9	Discusión.	228
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES		234
4.1	Introito.	234
4.2	Dos planteamientos sobre la tipificación del conocimiento biológico de los niños: la perspectiva piagetiana y el enfoque dominio-específico.	235
4.3	Los conceptos biológicos organizados en teorías.	242
4.3.1	El conocimiento de las partes internas del cuerpo humano.	244
4.4	El análisis del conocimiento de los niños, ¿global o detallado?	250
4.5	Las técnicas de indagación, ¿sesgos ineludibles?	253
4.6	¿La biología de los niños es vitalista o mecanicista?	262
4.7	Implicaciones educativas.	264
REFERENCIAS		266
ANEXO 1		274
ANEXO 2		275
ANEXO 3		277
ANEXO 4		282
ANEXO 5		283
ANEXO 6		285

ÍNDICE DE TABLAS, GRÁFICAS y FIGURAS

ESTUDIO 1	146
Tabla 1: Frecuencia de respuestas para estómago, pulmones y corazón por grupo de edad y nivel.	152
Tabla 2: Distribución de los Modelos sobre el proceso digestivo por grupo de edad.	154
Tabla 3: Concepciones de los sujetos acerca del proceso digestivo, por grupo de edad, modelo y nivel.	155
ESTUDIO 2	165
Gráfica 1: Porcentajes de los Modelos A y B por grupo de edad.	169
Tabla 4: ¿Qué es lo que debería de comer?	171
Tabla 5: ¿Para qué sirve el alimento que comes?	172
Tabla 6: ¿Para qué crees que le sirva alimentarse?	173
Tabla 7: ¿El alimento que tú comes te sirve para...?	174
Tabla 8: ¿El alimento que tu comes, llega a...?	174
ESTUDIO 3	184
Tabla 1: Porcentaje de alimentos considerados nutritivos por grupo alimenticio.	188
Tabla 2: Porcentaje de alimentos considerados chatarra	188
Tabla 3: Niveles de respuesta para alimentos nutritivos y chatarra.	191
Tabla 4: Tipificación del alimento nutritivo. Número y porcentaje de sujetos en cada grupo de edad por cada uno de los seis niveles. Pregunta B1.	191
Tabla 5: Tipificación del alimento chatarra. Número y porcentaje de sujetos en cada grupo de edad por cada uno de los seis niveles. Pregunta B3.	192
Tabla 6: Número y porcentaje de sujetos en cada grupo de edad por los niveles 3, 4 y 5. Preguntas B4(arg.) y B8. Alimento chatarra	194
Tabla 7: Número y porcentaje de sujetos en cada grupo de edad por los niveles 3, 4 y 5. Preguntas B2 y B7. Alimento nutritivo.	194
Tabla 8: Número y porcentaje de sujetos por grupo para localización de órgano.	197
Tabla 9: Número de sujetos en cada grupo de edad por cada uno de los niveles de función de órgano. Corazón.	199
Figura 1: Modelos del proceso digestivo.	202
Tabla 10: Frecuencia y porcentaje de respuestas por nivel. Nutritivo/Chatarra.	204
Tabla 11: Número y porcentaje de sujetos por grupo y por modelo (trayecto de la manzana). Preguntas 18a y 21a.	205
Tabla 12: Número y porcentaje de respuestas por grupo en las representaciones acerca del destino final de la manzana.	206
Tabla 13: Número y porcentaje de sujetos por grupo y por modelo (trayecto de las papa sabritas). Preguntas 18b y 21b.	207
Tabla 14: Número y porcentaje de respuestas por grupo en las representaciones acerca del destino final de la papa sabritas.	208
Tabla 15: Número y porcentaje de sujetos por grupo y niveles de transformación del alimento. Pregunta 17a.	212

Tabla 16: Número y porcentaje de sujetos por grupo y niveles de transformación del alimento. Pregunta 20a.	213
Tabla 17: Número y porcentaje de sujetos por grupo y niveles de transformación del alimento. Pregunta 24a.	214
Tabla 18: Número y porcentaje de sujetos por grupo y niveles de transformación del alimento. Pregunta 17b.	215
Figura 2: Dispersión de los modelos por grupo. 18-21a	219
Figura 3: Comparación de las medianas de los modelos por grupo de edad. 18-21a	220
Figura 4: Comparación de las medianas de los modelos por grupo de edad. 18-21b	224
Tabla 19: Coeficientes de correlación, preguntas por rango de edad.	228

La digestión era imaginada, al igual que en muchas cosmovisiones, como un proceso por medio del cual el alimento era cocido. No es necesario ir muy lejos para encontrar ideas similares. El Diccionario de Autoridades registra una definición española, vigente en el siglo XVIII, que ofrece el concepto paralelo: estómago es "aquella parte que media entre el pecho y el vientre, en que se recibe y cuece el alimento para distribirse a las partes del cuerpo"... Entre los nahuas se creía que el alimento descendía a un recipiente de purificación y limpieza; en el proceso intervenía el calor corporal, y las impurezas o sobrantes formaban el excremento. Los nombres del estómago dan la idea de depósito y vasija. En los Primeros memoriales se habla de la purificación de la comida en el estómago.

*Alfredo López Austin, *Cuerpo Humano e Ideología. Las concepciones de los antiguos nahuas.**

En primer lugar, los alimentos se digieren en el estómago de esta máquina en virtud de ciertos líquidos, que deslizándose en sus partes, las separan, las agitan y las calientan de igual modo que lo hace el agua común con las de la cal viva o el aguafuerte con las de los metales. Por otra parte, estos líquidos siendo transportados desde el corazón muy rápidamente a través de las arterias... conservan su alta temperatura. Finalmente, los alimentos son de tal naturaleza que de ordinario podrían corromperse y recalentarse solos, como acontece con el heno nuevo en el granero cuando se prensa antes de que haya secado.

Debe conocerse también que considerando la agitación que sufren las pequeñas partículas de estos alimentos al calentarse, unida a la del estómago, así como a la de los intestinos que los contienen, y a la disposición de los pequeños filamentos de los que se componen, dan lugar a que a medida que se digieren, desciendan poco a poco hacia el conducto por donde deberán salir las partes más gruesas; sin embargo, las más sutiles y más agitadas encuentran aquí y allá una infinidad de pequeños orificios por donde van a parar a las ramificaciones de una gran vena que las transporta hacia el hígado...

Estas partes más sutiles de los alimentos... dan lugar a la formación de un líquido, que sería totalmente turbio y blanquecino, si no fuera que una parte del mismo se mezcla rápidamente con la masa de sangre...

Igualmente, debemos hacer notar que los poros del hígado están dispuestos de manera tal que cuando este líquido penetra en ellos, se sutiliza, se transforma, tomando color y adquiriendo la forma de la sangre, de igual modo que el jugo de las uvas, que es blanco, se convierte en vino clarete cuando fermenta en su hollejo.

R. Descartes, *Tratado del Hombre*.

RESUMEN

La investigación sobre el desarrollo del conocimiento biológico, desde una perspectiva dominio-específica, algunas veces ha retomado el llamado “criterio de la teoría original” (Keil, 1994) para sostener que en el inicio solamente se encuentran disponibles dos conjuntos de teorías: la mecánica y la psicología intuitivas; en consecuencia, todos los demás dominios se ven obligados a incluirse en alguna de ellas. En este sentido, se pensó (Carey, 1985) que una teoría netamente biológica sólo es posible a partir de su desprendimiento del dominio psicológico. El propósito de la presente tesis es argumentar, por un lado, que los niños, por lo menos desde los 6 años, atienden a las entidades y fenómenos biológicos desde una ontología y marco explicativo propios del dominio biológico y, por el otro, que sus explicaciones del funcionamiento corporal (específicamente del proceso digestivo) no se circunscriben, en exclusiva, a meras relaciones de entrada-salida.

Con el objetivo de comprobar esas aserciones se realizaron tres estudios. Los resultados obtenidos en el Estudio 1 (12 niños y niñas de 6 a 12 años) muestran que el conocimiento factual acerca de la localización y conexión entre órganos se incrementa entre los 6 y los 9 años de edad. Ambos cambios en el conocimiento conllevan una nueva forma de concebir y explicar el proceso digestivo; con todo, también se observa que una vez adquirido este conocimiento, continúa detallándose y ampliándose, pero permanece estable entre los 9 y los 12 años de edad.

Un análisis de las ideas sobre las funciones orgánicas que sostienen los niños, indica que es en los órganos, y parcialmente en los sistemas o aparatos, donde fundamentan su comprensión del funcionamiento corporal. Ello es válido tanto para los sujetos que eligen la función de contenedor (en su mayoría los sujetos de 6 años) como para aquellos que eligen la función canónica (generalmente, de los 9 a los 12 años).

Por su parte, el Estudio 2 (18 niños y niñas de 6 a 12 años), fue diseñado para replicar los resultados obtenidos en el Estudio 1 y precisar las relaciones entre el proceso digestivo y el tipo de alimento ingerido (administrando una versión modificada de la entrevista utilizada por Texeira, 2000).

En este Estudio pudo observarse que los niños, por lo menos desde los 6 años, comienzan a considerar las transformaciones de naturaleza física que sufre el alimento cuando explican el proceso digestivo. Asimismo, es necesario resaltar que la tipificación que hacen de los alimentos (en derredor de la dicotomía nutritivo/chatarra) incide no sólo en sus concepciones sobre la digestión y la absorción, sino también en la idea de que el alimento, básicamente el considerado nutritivo, apoya ciertas funciones corporales como “vivir”, “fuerza/energía” y “crecer”.

Finalmente, los resultados del Estudio 3 (47 participantes de ambos sexos de 6 a 18 años de edad) tienden a corroborar los encontrados en los Estudios anteriores; es decir, existe un incremento, a lo largo de las edades estudiadas, en cuanto al conocimiento de los órganos que integran el aparato digestivo, y la tipificación de los alimentos se realiza de acuerdo con la dicotomía nutritivo/chatarra. Adicionalmente, el hallazgo sustancial de este Estudio señala que los participantes, incluso desde los 6 años, son capaces de considerar transformaciones de los alimentos generadas por actividades mecánicas del tracto digestivo. Por tanto, la concepción del proceso digestivo es de naturaleza física más no química y, definitivamente, no psicológica.

ABSTRACT

Research on the development of biological knowledge, within the specific-domains tradition, has sometimes adopted the “original theory” criterion (Keil, 1994), to suggest that only two theories, an intuitive mechanics and an intuitive psychology, are present at the beginning of development. Consequently, all other domains are included in them and separate from them later on. Carey (1985) proposed that a strictly biological theory derives from the psychological domain.

The present thesis argues that, on the one hand, children under 6 years of age, deal with biological entities and phenomena using an ontology and explanatory frame that is properly deemed biological; on the other hand, children’s explanations of bodily functions (specifically, the digestive process), are not circumscribed to mere in-out relations.

To test these assertions, three studies were completed. In study 1, semi-structured interviews with children from 6 to 12 years of age showed that factual knowledge about the location and connections of the different organs increases from 6 to 9 years of age. These changes in factual knowledge allow new ways to conceive and explain the digestive process; also, once acquired, this knowledge increases and becomes more detailed but the type of explanations remains stable from 9 to 12 years of age.

The study of children’s ideas about organic functions show that it is at the level of organs, and partially in systems and apparatuses, where children’s comprehension of bodily function resides. This is true for children who choose a “container” function (mostly 6 years old children), as well as for those who choose a “canonical” function (9 and 12 years old children).

Study 2 was carried out as a partial replication of study 1 and to assess children’s notions about the relation between the digestive process and the type of food ingested, using a modified version of Texeira’s method (2000). In this study, 6 years old children appeal to some physical transformations that food

undergoes when explaining the digestive process. Also, the classification of edibles in “nourishment” and “junk food” affects not only their conceptions of digestion and nutrient absorption, but also the notion that food (nourishment) helps sustain some important biological functions, e.g., “living”, “growing”, “force/energy”.

Finally, in study 3, participants’ age ranged from 6 to 18 years of age, we corroborated our previous results: there is a development of factual knowledge about the organs that are part of the digestive system, and a typification of edibles as “nourishment” and “junk food”. However, the most substantial finding of this study is that participants of all ages incorporate to mechanical but not chemical transformations within the digestive tract to explain the digestive process. Thus, the conception of the digestive process is more mechanical than chemical, and definitely not psychological.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo examina las ideas de los niños y los adolescentes acerca del funcionamiento corporal, particularmente del proceso digestivo, desde una perspectiva dominio-específica; por consiguiente, dichas ideas son consideradas como parte del conocimiento biológico.

En el Capítulo I se hace un análisis de los fundamentos, a partir de los cuales, el enfoque dominio específico tipifica las parcelas de conocimiento. Asimismo, se realiza una pequeña incursión en la problemática de los conceptos y los procesos de categorización para resaltar las ventajas que tiene, para los estudios acerca del desarrollo psicológico, considerar los conceptos como organizados en “teorías”. Aun y cuando en este último punto se argumentan las objeciones de tal supuesto, se enfatiza su utilidad como guía o estrategia de estudio.

El punto central de este primer capítulo se centra en sostener que, desde la evidencia empírica aportada por diferentes autores, es plausible afirmar que el conocimiento biológico no se origina ni es parte del conocimiento psicológico. Para dar cuenta de este supuesto, se hace un recorrido a lo largo de la literatura que ha estudiado algunas de las temáticas atinentes al dominio biológico: categorización vivo/no-vivo, herencia, el problema mente-cuerpo, así como las ideas de los niños acerca de la enfermedad y la muerte.

El Capítulo II se enfoca, fundamentalmente, en hacer un inventario de las investigaciones que han examinado las ideas acerca del funcionamiento corporal de los niños, se encuadren éstas en aspectos anatómicos o fisiológicos. Las fuentes de tal análisis parten de estudios descriptivos en desarrollo psicológico, trabajos relacionados con la enseñanza de la ciencia y, principalmente, investigaciones guiadas por la perspectiva dominio-específica. Con base en el análisis de la literatura y la evaluación de la evidencia, el trabajo vuelve a reiterar la independencia del dominio biológico del psicológico y, por otra parte, señala la problemática a resolver. En este sentido, a diferencia de las afirmaciones que

arguyen que los niños antes de los 10 años de edad solamente conocen, en cuanto a los procesos corporales, relaciones de entrada-salida, el presente trabajo argumenta que es plausible encontrar en las representaciones de los niños ideas que atienden a la parte intermedia, en este caso, del proceso digestivo. Asimismo, ligado con lo anterior, tal vez dichas ideas pudieran ser representadas por una serie de, lo que hemos dado en llamar, “modelos mediadores”¹.

Por último, el Capítulo III analiza de manera empírica el conjunto de asertos desarrollados en los capítulos anteriores. Tres estudios conforman este capítulo: el Estudio 1, examina de manera general las ideas de los niños acerca del funcionamiento corporal (digestión, circulación, respiración); el Estudio 2 se centra de manera más específica en los aspectos anatómico-fisiológicos del proceso digestivo examinando, a la vez, las concepciones que tienen los sujetos de los alimentos y cómo los tipifican. Por su parte, el Estudio 3 recoge las problemáticas entresacadas de los dos estudios anteriores y reanaliza, de una manera más detallada los aspectos anatómicos (trayecto del alimento) y fisiológicos (transformación de alimento) del proceso digestivo, poniendo especial atención a la relación entre estos aspectos y la tipificación que hacen los sujetos de los alimentos. El conjunto de resultados parece indicar que los participantes de la muestra estudiada sí tienen ideas acerca del proceso intermedio del proceso digestivo; es decir, no atienden exclusivamente a las relaciones de entrada-salida, lo cual parece cierto incluso para los niños de 6 años de edad. Por otra parte, parece claro que los sujetos son capaces de considerar “comer” como una relación entre alimento y organismo, pero no, por lo menos para la muestra que hemos investigado, como un acto “social”. En este sentido, y sólo en éste, podemos suponer que las concepciones que utilizan los sujetos para explicar el proceso digestivo atienden a entidades y fenómenos del dominio biológico.

De manera sucinta, el conjunto de los resultados obtenidos en los tres Estudios, sugiere que para la mayoría de los participantes el trayecto que sigue el alimento

¹ En este caso, “modelo mediador” alude, de manera descriptiva, al conjunto de ideas que sostienen los niños y los adolescentes respecto del proceso digestivo, específicamente, de las ideas acerca de la parte intermedia de dicho proceso. Asimismo, quizá, es de esperarse, que tal conjunto de ideas se organice de manera diferente a lo largo de la edad. Es en este sentido que suponemos que las “mediaciones” utilizadas por los sujetos para dar cuenta del proceso digestivo tal vez pudieran ser “representadas” por tales modelos.

en el cuerpo tiene como punto de llegada el estómago. Ello indica, por una lado, que el conocimiento factual que poseen respecto de la anatomía del aparato digestivo es mínimo; pero, por el otro, el hecho de que lleguen a considerar transformaciones de corte mecánico y de dilución (Estudio 3) en ese órgano, posiblemente indique que tanto los participantes de 6 como los de 9 años son capaces de concebir “mediadores” entre la entrada y la salida y, con ello, alcanzar una mejor comprensión del proceso digestivo. Con todo, si bien los participantes tienden a suponer una transformación de los alimentos en el proceso, ésta es considerada como un cambio de sólido a líquido y no como una transformación de sustancias; en otras palabras, la digestión es concebida como un cambio en el estado y tamaño del alimento.

Por último, respecto de una de las problemáticas que intentó resolver el presente trabajo, a saber, la autonomía del dominio biológico, en ninguno de los estudios presentados se observa que alguno de los niños o de los adolescentes sostenga conceptos o argumentos ligados al dominio psicológico; es decir, no utilizan explicaciones que pudieran dar a entender el levantamiento de “intencionalidad de órgano”. Por tanto, es posible afirmar (aunque de manera provisional, dado que es necesario investigar edades más tempranas) que el conocimiento biológico no se desprende del psicológico. Sin embargo, dado que también se observan en los argumentos utilizados por los participantes el uso de nociones ligadas a la mecánica *naïve* (Au y Romo, 1999); es decir, que las transformaciones que sufre el alimento dentro del organismo son resultado de procedimientos físicos como moler, romper, trozar, etcétera. Debe sopesarse el papel de la física intuitiva en la construcción de las nociones de los niños acerca del funcionamiento corporal. En el mismo orden de ideas, debe analizarse que en otros casos, como cuando los participantes explican los efectos que tienen en el organismo (por ejemplo, crecer, mantener la salud, etcétera) los alimentos ingeridos (nutritivos), entonces los argumentos utilizados parecen ser de naturaleza vitalista (Inagaki y Hatano, 2002). En nuestra opinión esto conlleva dos cuestiones que aunque ligadas, son independientes; por un lado, el contexto (función de los órganos o función de los alimentos) parece influir en el tipo de explicación (mecanicista o vitalista) que niños y adolescentes levantan para dar cuenta de los procesos corporales y, por el

otro, es posible que el desarrollo de las nociones anatómico-fisiológicas no siga un pasaje del vitalismo al mecanicismo como arguyen Inagaki y Hatano, sino que parta de concepciones mecánico-vitalistas que van enriqueciéndose a lo largo de las edades; por ende, un cambio conceptual radical sólo sería factible cuando dichas concepciones cambien hacia explicaciones de corte fisiológico. Esta última cuestión, creemos, tiene importantes consecuencias para con el estudio del conocimiento biológico de los niños. Con todo, la corroboración o no de la misma, debe ser el resultado de futuras investigaciones.

CAPÍTULO I

EL ENFOQUE DOMINIO-ESPECÍFICO. PLANTEAMIENTOS Y PROBLEMÁTICAS

1.1 Construcción de conocimientos y especificidad de dominio.

De manera particular, en relación con el desarrollo cognitivo, la psicología se ha enfrentado con la cuestión de explicar cómo los niños construyen el conocimiento acerca del mundo que les circunda (Vygotski, [1934] 1982; Piaget, [1970] 1981; Bruner, [1984] 1988; Case, [1985] 1989; Flavell, [1985] 1996). No obstante, desde la década de los ochenta¹ la investigación en el campo de la construcción de conocimientos ha reconsiderado algunos de los planteamientos que habían venido siendo utilizados, tanto en el estudio sistemático de la primera infancia (Bruner y Haste, [1987] 1990) como en la manera misma de concebir el desarrollo psicológico (Hirschfeld y Gelman, 1994). Como resultado de estos cambios, en especial la teoría piagetiana, se ha encontrado en el centro del debate. Algunas de sus premisas han sido fuertemente criticadas: el desarrollo cognitivo no depende de la acción, existen representaciones complejas desde el momento del nacimiento, los niños pequeños no siempre son egocéntricos y, sobre todo, que los cambios conceptuales no dependen de un sistema de propósito general (Gopnik y Meltzoff, [1997] 1999).

En la actualidad la discusión se ha centrado en este último punto; es decir, o bien existe una estructura de propósito general que utiliza el niño para construir y explicar *todos* los eventos y objetos del mundo circundante o, por el contrario,

¹ Es asimismo notorio que en el mismo lapso la investigación dedicada al aprendizaje y la enseñanza de las ciencias, tanto en su enfoque constructivista *radical* como *social*, se ha enfrentado con la evidencia de que los niños construyen ideas acerca de diversos fenómenos naturales con anterioridad a la educación formal, aproximadamente en las mismas edades y con independencia del contexto cultural. Dicha ideas, entre otras designaciones, han sido llamadas ideas espontáneas o ideas *naïve* (Driver, Guesne y Tiberghien [1988] 1996); teorías implícitas (Benloch, 1997; Rodrigo, Rodríguez y Marrero, 1993); concepciones alternativas (Wandersee, Mintzes y Novak, 1994) o ideas previas (Campanario y Otero, 2000; Flores, Tovar y Gallegos, 2003). No obstante, con independencia de los marcos teóricos, metodológicos o epistemológicos utilizados, la resolución de ciertas problemáticas les es común, verbigracia, cómo se origina y está organizado dicho conocimiento.

existen sistemas específicos de conocimiento que actúan sobre un dominio particular². Esta última noción sobre la cognición, a diferencia de la anterior, implica que los procesos de adquisición de conocimiento son específicos de dominio en el sentido de que poseen un grupo de principios básicos, las reglas de su aplicación y una ontología particular sobre la cual se aplican. En otras palabras, esta perspectiva afirma que los seres humanos están dotados de sistemas específicos de conocimiento que abarcan un conjunto distintivo de entidades y fenómenos (por ejemplo, el conocimiento físico se refiere a los objetos físicos, a los cuerpos materiales macroscópicos y su comportamiento [véase Carey y Spelke, 1994]) y que, además, cada uno de esos sistemas está organizado en torno de un cuerpo de principios básicos diferente (por ejemplo, los principios newtonianos de continuidad y solidez). Así, el dominio específico de la física atendería exclusivamente a los fenómenos físicos, a la vez que tendería a restringir los conceptos utilizados para la explicación de dichos fenómenos (Keil, 1991; Maratsos, 1992). Consecuentemente, dos sistemas de conocimiento son independientes sólo si están basados en principios básicos distintos. En este sentido, el dominio específico de la psicología atendería a las entidades mentales valiéndose de algunos principios de la psicología intuitiva (los seres humanos sienten, desean, tienen creencias y propósitos). Por tanto, en este dominio tenderíamos a explicar el comportamiento de las personas por sus creencias y sus deseos porque parece correcto suponer que dicho comportamiento es causado, precisamente, por sus creencias y deseos y no por su masa corporal o por la trayectoria que sigue en el espacio. De acuerdo con los datos, a los tres meses los bebés logran que "...los objetos se les acerquen empujándolos, en cambio intentan atraer a las personas hacia sí haciendo ruido. A los seis o siete meses, los bebés distinguen entre cómo las manos actúan sobre los objetos y cómo otros objetos actúan sobre objetos. Tienen expectativas opuestas acerca de

² Una tercera posibilidad podría ser aquella que considere la coexistencia de una estructura de propósito general con sistemas específicos de conocimiento. No obstante, dicha posibilidad sería ilógica dado que la existencia de una estructura de propósito general implica que ésta se aplica, indistintamente, a diversos tipos de conocimiento. Por su parte, un sistema específico de conocimiento conlleva la idea de que existen ciertas restricciones que *no* son eficaces en la misma medida para todos los tipos de fenómenos. Como lo señala Keil (1994), tal conjunto de restricciones puede ser denominado "modos de construcción" en el sentido de que expresan diferentes formas de explicación de acuerdo con conjuntos específicos de fenómenos; es decir, predisposiciones para interpretar relaciones en todos los niveles de análisis desde el perceptual hasta el conceptual.

qué hace a las personas moverse y qué hace que los objetos se muevan: los objetos se lanzan unos a otros por colisiones; las personas se ponen en movimiento y se para por sí mismas” (Pinker, [1997] 2004, p. 417). Posteriormente, como lo señala Astington ([1993] 1998), cuando es necesario explicar y predecir las acciones que lleva a cabo una persona, incluso los niños de 2-3 años tienden a referirse a sus creencias, deseos, emociones o intenciones, en suma, a sus estados mentales. Más importante aún es el hecho de que los niños de esas edades realizan explicaciones e inferencias acerca de las entidades psicológicas de manera diferenciada a las que aplican a los objetos físicos (Cosmides y Tooby, 1994). Es decir, no aplican intenciones o creencias a una *pedra* (nada semejante a una persona) ni a una *muñeca* (bastante similar a un ser humano). Más bien reservan esos conceptos (“intención”, “creencia”) para interpretar únicamente las acciones humanas. En otras palabras, dichos conceptos (entidades teóricas) son utilizados para explicar y predecir, exclusiva y restringidamente, la conducta observable de los seres humanos. Como lo señalan Premack y Woodruff (en Astington, [1993] 1998, pp. 16-17): “Un individuo tiene una teoría de la mente si se atribuye estados mentales a si mismo y los atribuye a otros. Es adecuado considerar un sistema de inferencias de esta clase como una teoría porque estos estados no son observables directamente, y el sistema se puede utilizar para hacer predicciones sobre la conducta de los otros”.

Concretamente, una definición de “dominio” (la cual sostiene acuerdos implícitos entre un gran grupo de investigadores en este campo) conllevaría las siguientes características:

“Un dominio es un conjunto de conocimientos que identifica e interpreta una clase de fenómenos, que supuestamente comparten ciertas propiedades y son de un tipo definido y general. Un dominio funciona como una respuesta estable a un conjunto de problemas complejos y recurrentes que el organismo enfrenta. Esta respuesta involucra procesos perceptivos, de codificación, evocación e inferenciales que son de difícil acceso y están dedicados a la solución de esos problemas” (Hirschfeld y Gelman, 1994, p. 21).

A partir de esta definición, se puede decir que los dominios son, en primer lugar, guías para hacer una partición del mundo en el sentido de que tienen la función

conceptual de identificar la pertenencia de los fenómenos y objetos a una sola categoría general en relación a entidades físicas, psicológicas o biológicas. En otras palabras, los dominios muestran una especie de compromiso ontológico, particularidad que facilita o permite que los niños adquieran creencias acerca de los fenómenos y objetos tempranamente y sin esfuerzo aparente, al centrar la atención del niño en un campo restringido de conocimiento y no en un conocimiento de corte general. En segundo lugar, los dominios funcionan como marcos explicativos al suponer que los fenómenos que forman parte de una clase comparten una gran cantidad de propiedades relevantes entre ellos pero no con aquellos que pertenecen a otra clase; este vínculo entre los elementos de una clase hace referencia a conexiones causales aunque no se limita, exclusivamente, a este tipo de relaciones. En tercero, los dominios parecen ser dispositivos funcionales ampliamente distribuidos, de forma tal que puede suponerse que los dominios de conocimiento representan adaptaciones biológicas ampliamente compartidas que se ocupan de problemas recurrentes acerca de los cuales un sujeto debe enfrentarse (véase Cosmides y Tooby, 1994). Por último, los dominios pueden concebirse como “mecanismos dedicados y automáticos,” en el sentido de que el pensamiento dominio-específico es especializado e independiente de la voluntad; a saber, las operaciones de dominio generalmente implican procesos perceptivos, conceptuales o inferenciales involuntarios, específicos y restringidos³.

Como lo menciona Maratsos (1992), el concepto *especificidad de dominio* indica, básicamente, que la manera en la cual la información es procesada en un dominio quizá es diferente de la manera en la cual es procesada en otro. A contracorriente de la suposición de que las leyes que guían los procesos de

³ Esta afirmación establece que un sistema específico de conocimiento apoya el acceso inmediato e involuntario a las entidades y fenómenos particulares, es decir, conduce a la determinación de las distintas ontologías. Sin embargo, es factible que el aprendizaje de nuevos patrones y/o el acceso a una práctica mediada socialmente, como lo sería el proceso educativo sea capaz de generar, por un lado, combinaciones en los dominios que faciliten la comprensión de fenómenos más circunscritos y locales, a saber, apoye el desarrollo del conocimiento experto y, por el otro, induzca el desvanecimiento de la “inmediatez” y “automatización” haciendo que los sujetos accedan a procesos voluntarios. Por ejemplo, mediante estrategias metacognitivas puede lograrse que los sujetos tomen conciencia de los procesos cognitivos que llevan a cabo cuando enfrentan una actividad de solución de problemas. Con todo, dichas modificaciones no implican que desaparezcan, en palabras de Keil (1994), los modos de construcción fundamentales como sistemas explicativos que apoyan (tal vez a lo largo de toda la vida) nuestras intuiciones inmediatas acerca de las entidades y fenómenos circundantes.

construcción, incluso el aprendizaje, son esencialmente las mismas en todos los dominios de pensamiento, la especificidad de dominio apoya la hipótesis de que existe, en cambio, algo diferente en diferentes dominios. Entre esas diferencias podríamos aducir: cómo se enfrentan los sujetos con la información; las restricciones a que puede conducir la clase de información con la que tratan y las conclusiones a las cuales pueden llegar a partir de ella.

La perspectiva de dominio-específico se ha vinculado, aunque no del todo correctamente, con el concepto de “módulos” *cognitivos* (véase Maratsos, 1992, pp. 12 y ss.). La noción de la “modularidad” de la mente surgió inicialmente con la teoría estándar de la gramática chomskyana, su prototipo original, pero fue elaborado y popularizado por Fodor ([1983] 1986). Para este autor, el aspecto más importante en la noción de modularidad es el “encapsulamiento informativo,” término que utiliza para señalar que “los sistemas cognitivos modulares son específicos de dominio, fijados de modo innato, compactos, autónomos y no ensamblados. Dado que los sistemas modulares son mecanismos computacionales privativos de un determinado dominio, son asimismo una especie de facultades verticales” (Fodor, 1983, p. 63). En este sentido, la organización cognitiva vertical sería específica para cada dominio; puesto de otra manera, de acuerdo a Fodor, “los sistemas modulares son, por definición, mecanismos computacionales de *propósito específico*”⁴ (Op. Cit., p. 167). En contraste, una organización horizontal implicaría operaciones cognitivas que interesan diferentes dominios de contenido.

Como podemos observar, tanto la especificidad de dominio como la modularidad no suponen mecanismos de propósito general. No obstante, una característica diferencia ambos enfoques. El modelo de Fodor postula una taxonomía funcional cognitiva (sistemas de entrada o módulos y transductores) que enfatiza la arquitectura cognitiva funcional, mientras que el enfoque dominio-específico se centra más en la especialización para tipos específicos de conocimiento (Hirschfeld y Gelman, 1994).

⁴ Itálicas, en el original.

1.2 El proceso de categorización y la dicotomía perceptual-conceptual.

Una de las afirmaciones que, como hemos visto, hace el enfoque dominio-específico, es aquella que considera que los sujetos cortan el mundo en *ontos* claramente diferenciados. Tal vez desde el punto de vista de una economía cognitiva sea esperable que dichas particiones aparezcan desde la más temprana infancia y reflejen, por otra parte, ciertas características que permitan conjuntar dichas entidades en agrupaciones más amplias, es decir, en categorías. Como lo señalan Bruner, Goodnow y Austin ([1956] 2001): “Categorizar es hacer equivalentes cosas que se perciben como diferentes, agrupar objetos, acontecimientos y personas en clases, y responder a ellos en términos de su pertenencia de clase, antes que en términos de su unicidad” (p. 15). Así, el proceso de definir los atributos que permiten distinguir unos objetos de otros como pertenecientes a clases diferentes, podría ser llamado *adquisición de conceptos*. En sí, la adquisición “... *hace referencia al proceso de encontrar atributos definitorios predictivos que distingan los ejemplares de los no-ejemplares de la clase que se intenta discriminar*”⁵ (Bruner et al., [1956] 2001, p. 34).

En el mismo sentido, Smith y Medin (1981) señalan que la gente utiliza conceptos tanto para proveerse de una taxonomía de las cosas en el mundo, como para expresar relaciones entre las clases al interior de esa taxonomía. Así, dado que la función de categorización implica determinar que una instancia específica es un miembro de un concepto, decir que los conceptos tienen una función de categorización, es reconocer que los conceptos son, esencialmente, dispositivos de reconocimiento de patrones. En otras palabras, los conceptos son utilizados para clasificar entidades nuevas y sacar inferencias acerca de tales entidades. No obstante, afirmar que un concepto es un dispositivo de reconocimiento de patrones no significa que utilice solamente información perceptual, dado que la categorización quizá no requiera recurrir, en exclusiva, a este tipo de información. De acuerdo con Reed (1972), aunque algunas clases de experiencia perceptual (por ejemplo, la localización visual) quizá sean más análogas que categoriales, otras formas de percepción son claramente categóricas, dado que los patrones de

⁵ Ídem

reconocimiento involucran la clasificación de estímulos dentro de categorías mutuamente exclusivas. Tal aseveración subsana la problemática de suponer, por ejemplo, que el proceso de desarrollo sigue la ruta de lo perceptual a lo conceptual. En sentido estricto, la representación de un objeto como una colección de características puede ser vista como producto de un proceso previo de extracción y compilación. La determinación de las características salientes, resultado de dicho proceso⁶, posee dos componentes: la intensidad de una característica determinada por factores *cognitivos* y *perceptuales* que son relativamente estables a través de los contextos y el valor diagnóstico de una característica, determinado por la prevalencia de las clasificaciones en las cuales está basado (Tversky, 1972). Bajo la especificación de ambos componentes, sería difícil argüir que un proceso de extracción y compilación es un proceso exclusivamente perceptual.

Para Medin, Goldstone y Gentner (1993), el término *similaridad* podría ser pensado como similaridad perceptual. Sin embargo, estos autores han observado que los sujetos que llevan a cabo juicios de similaridad con exhibiciones netamente perceptuales en ciertas tareas, muestran también cierta sensibilidad a las relaciones abstractas. "Nosotros argüimos que si la similaridad es vista como el resultado de un proceso de comparación particular que involucra el alineamiento, la suma de propiedades y una búsqueda activa de comunalidades, entonces está ya constreñida, incluso si las propiedades abstractas son admitidas en el análisis. Las comunalidades abstractas, son frecuentemente mencionadas por nuestros sujetos y no vemos razón para limitar la similaridad a la similaridad física" (Medin *et al.*, 1993, p. 275). Esta aseveración contradice las aparentemente bien definidas fronteras entre percepción y conceptualización.

Asimismo, el pasaje de lo perceptual a lo conceptual ha sido considerado como el cambio cualitativo que sufren los conceptos a lo largo del desarrollo. No obstante, si bien el tipo de interpretaciones basadas en atributos que realizan los niños es muy diferente de las interpretaciones relacionales (analíticas) que llevan a cabo

⁶ Dado que la semejanza se incrementa con la adición de características comunes y/o la supresión de características distintivas, la evaluación de dicha semejanza puede ser descrita como un proceso de igualación de características.

los adultos, aquellos también se muestran capaces de responder a relaciones abstractas en el momento en el cual poseen un conocimiento apropiado de los objetos. A causa de lo que los niños son capaces de hacer, las dicotomías del desarrollo parecen inadecuadas. Con tareas apropiadas (Gelman, 1996), algunas veces los niños exhiben competencias que no emergen en sus actuaciones cotidianas, por ejemplo, pueden clasificar (a los 6 años), de manera taxonómica, una araña con un saltamontes y no sólo hacerlo de manera temática (por ejemplo, una araña con una telaraña).

El problema, no obstante, se encuentra en si los procesos de categorización basados-en-la-similaridad son capaces de dar cuenta de la coherencia conceptual. Como lo han señalado Murphy y Medin ([1985] 1999), la aproximación a la coherencia de las categorías basadas en la similaridad prueba ser insuficiente dado que: (1) conduce naturalmente a la asunción de que la categorización está basada únicamente sobre la igualación de atributos; (2) ignora el problema de cómo decidir que cuenta como un atributo y, (3) engendra la tendencia a ver los conceptos como siendo un poco más que la suma de sus componentes constitutivos. "Argüimos que la noción de relaciones de similaridad no es lo suficientemente constrictora para determinar cuales conceptos serían coherentes o significativos. Dichas aproximaciones son inadecuadas, en parte, porque fracasan al representar las relaciones intra e inter-conceptos y el conocimiento general del mundo. Nuestra propuesta es enfocarnos sobre las teorías que tiene la gente sobre el mundo. La piedra de toque de nuestra explicación es que las teorías de la gente sobre el mundo encarnan conocimiento conceptual, y que su organización conceptual es en parte representada en sus teorías" (Murphy y Medin, [1985] 1999, p. 425).

Quizá la más poderosa explicación de la coherencia conceptual es que los objetos, eventos o entidades forman un concepto porque son similares entre sí. En este sentido, puede ser que la similaridad sólo sea el pegamento que permita ligar a los objetos dentro de una categoría. Sin embargo, los estimados de similaridad quizá estén influenciados por el conocimiento de la gente de que las cosas que están siendo comparadas están en la misma categoría. A saber, es probable que

la similaridad sea un subproducto de la coherencia conceptual más que su determinante.

1.2.1 *Los conceptos y las teorías.*

La representación de un objeto como una colección de características, resultado de un proceso de extracción y compilación, a que hace referencia Tversky (1972), no es otra cosa que un concepto. Los conceptos pueden ser definidos como representaciones mentales relativamente estables (Smith y Medin, 1981); o bien, como unidades de representaciones mentales de textura “tosca” de un solo ítem léxico tales como “materia” y “peso” (Carey, 1991). Una distinción puede hacerse entre el núcleo del concepto y el proceso de identificación. Dicha distinción, está relacionada con la distinción clásica de Frege (véase Smith y Medin, 1981) entre *sentido* y *referencia*. Es decir, el sentido de un concepto estaría dado por su relación con otros conceptos, mientras que la referencia sería dada por su relación con los objetos y eventos en el mundo. En tal caso, el sentido, corresponde al núcleo y, la referencia, al proceso de identificación. Por tanto, el problema del *sentido* es, en última instancia, un problema de la coherencia entre los conceptos relacionados.

El estudio de los conceptos ha sufrido un cambio importante en los últimos 30 años (en las investigaciones iniciales, los conceptos fueron tratados como unidades atómicas aisladas); ahora se reconoce que están interrelacionados e influenciados por teorías (Murphy y Medin, [1985] 1999; Carey, 1985; Carey y Spelke, 1994; Keil, 1994; Gelman, 1996; Gelman y Diesendruck, 1999). En este sentido, se supone que conceptos y teorías sufren de una fuerte interdependencia; asimismo, ambos son representaciones mentales que ordenan la experiencia. Como lo señala Gelman (1996), un concepto es un conjunto de propiedades que están asociadas con otras y conforman una unidad. Ésta, puede referirse tanto a una cosa particular (gallina) como a una categoría (aves) y, frecuentemente, se codifica en una palabra (animal) [véase Carey, 1991]. En cambio, una teoría es una estructura más amplia que incluye un **conjunto de creencias interrelacionadas, explicaciones causales y predicciones**. De esta

manera, las teorías con conjuntos de relaciones interconectadas, mientras que los conceptos son las unidades conectadas por esas relaciones. La evidencia muestra que los niños, a partir del primer año, forman un rico y complejo grupo tanto de conceptos como de teorías intuitivas o tácitas.

Algunos otros autores (Samarapungavan y Wiers, 1997), sugieren que los sistemas de creencias de los niños sobre el mundo natural deben ser vistos como “marcos explicativos”. Dicho término, (el cual parece ser cointensivo con el término “teoría”) se refiere a una red de creencias interrelacionadas, prealmacenadas, las cuales constriñen las clases de modelos mentales que los niños construyen en respuesta a problemas específicos. Es decir, las respuestas de los niños generadas por problemas nuevos a los que se enfrentan, son constreñidas por sus creencias previas acerca del mundo. Las ventajas de un marco de esta naturaleza, como lo señalan Nakhleh y Samarapungavan (1999), son que aunque los niños de ordinario no piensan, testan, evalúan o tratan de extender su sistema de creencias, dicho sistema, en sí mismo, provee la coherencia conceptual necesaria para explicar una variedad de fenómenos naturales en términos de un pequeño, pero internamente consistente, grupo básico de creencias.

Aunque existe acuerdo (cfr. Keil, 1991; Carey y Spelke, 1994) en cuanto a la definición de teoría que suministra Gelman (1996), decir que una teoría es un “conjunto de creencias...”, tiene el inconveniente de que no permite establecer diferencias entre los términos “teoría” y “creencia”. Una posible distinción entre ambas es la realizada por Carey (1991). Ella dice que las creencias son proposiciones representadas mentalmente y tomadas como verdaderas por el sujeto, por ejemplo: “El aire está hecho de materia”. Al igual que con las teorías (véase Gelman, 1996), los conceptos son los componentes de las creencias; esto es, las proposiciones están representadas por estructuras de conceptos. Mientras que las teorías las define como estructuras mentales complejas que constituyen un dominio de fenómenos representado mentalmente y de principios explicativos que dan razón de ellos. El aspecto central es, en este caso, que las teorías se refieren a una parcela de la realidad (dominio de fenómenos) y conlleva, por otra

parte, un conjunto de principios explicativos específicos de ese parcela. Por tanto, puede decirse que el conocimiento de los niños acerca de los objetos y/o fenómenos del mundo, está organizado en sistemas coherentes que les posibilitan dar explicaciones causales de los fenómenos, realizar preguntas sobre aquello que es novedoso y hacer predicciones correctas.

Estos sistemas o estructuras conceptuales frecuentemente han sido llamados teorías intuitivas, ingenuas, populares o del sentido común. Asimismo, se reconoce que éstas teorías intuitivas difieren de las científicas en que no son tan detalladas, formuladas explícitamente o probadas directamente (Gelman, 1996). De manera particular, en circunstancias ordinarias, la gente difícilmente encara razonamientos hipotético-deductivos. No obstante, puede suponerse que el pensamiento adulto tiene un estilo teórico porque apela a las leyes causales dominio-específicas. Por ejemplo, creemos que si una bola choca con otra, la moverá. Pero mientras esta relación de causa/efecto es aplicable a la descripción de los objetos físicos, no parece ser el caso de que los estados mentales puedan describirse de la misma manera. Para dar cuenta de estas relaciones causales, y de las diferencias implicadas en los fenómenos y objetos particulares, la gente inventa constructos poderosos y no-observables como fuerza y energía para los fenómenos físicos o creencias y deseos para los psicológicos. Esta tendencia a crear constructos explicativos parece tener la función de poder clasificar juntas dos entidades con características diferentes, pero que comparten *propiedades relevantes para la teoría*; lo cual, a la vez, implica no clasificar juntas dos cosas que tengan una apariencia semejante pero diferentes propiedades, como por ejemplo, peces y ballenas (Gelman, Coley y Gottfried, 1994). Por tanto, la coherencia conceptual parece estar dada por una "teoría" que organiza los conceptos. De la misma manera, también podría decirse que las teorías imponen la coherencia incluso cuando la similaridad es baja.

No obstante, afirmar que los sujetos, sean adultos o niños, elaboran teorías acerca del mundo circundante no significa decir que sus teorías sean de la misma clase que las que elaboran los científicos. Como lo afirman Murphy y Medin ([1985] 1999), cuando se dice que los conceptos están organizados por teorías, se

usa el término *teoría* para referirse a las “explicaciones” mentales, no para designar un tipo de explicación científica completa y organizada. Concretamente, el término “teoría” indica la posible existencia de un complejo grupo de relaciones entre conceptos (tal vez vinculados causalmente). Ahora bien, desde el punto de vista del trabajo de investigación en desarrollo cognitivo parece de **utilidad** pensar que los conceptos están imbuidos en teorías, entre otras cuestiones porque parece resolver el problema de la coherencia conceptual y, en este sentido, llegar a suponer que la coherencia conceptual involucra la estructura interna de un dominio conceptual particular. Es decir, es factible que los conceptos que poseen características conectadas por relaciones de estructura-función, o por esquemas causales de alguna clase u otra sean más coherentes que aquellos que no los posean. Y aunque dichas correlaciones quizá sean estrictamente empíricas, en muchos casos serán dirigidas por expectativas e hipótesis (Murphy y Medin, [1985]1999).

A diferencia de Murphy y Medin ([1985]1999); Gelman *et al.* (1994) y Gelman (1996), investigadores como Gopnik y Meltzoff ([1997] 1999) suponen que las teorías de los niños son similares en los rasgos estructurales (abstracción, coherencia, causalidad) y funcionales (predicción, interpretación, explicación) a las teorías científicas. Gopnik y Meltzoff afirman que los aspectos más centrales de la iniciativa científica, el aparato básico de explicación, de predicción, de atribución causal, de formación y evaluación de teorías, no son invenciones culturales tardías (del Siglo XVII en adelante), sino componentes básicos de nuestro talento evolucionista. Es decir, que las capacidades cognitivas de los seres humanos (no sólo la de los científicos) están al servicio de la resolución de nuevos tipos de problemas que impone el mundo circundante. Específicamente, sugieren que “los procesos de desarrollo cognitivo en los niños son similares, quizá incluso idénticos, a los procesos de desarrollo cognitivo de los científicos” (p. 17). Algunos autores, como Downes (1999), han criticado esta postura: “Esta visión [de Gopnik y Meltzoff] deriva de [la] creencia... de que la cognición es un proceso, o grupo de procesos, seleccionado por la evolución para representar el mundo de manera correcta... [y, tales procesos,] son exactamente aquellos utilizados por los científicos” (p.574). El grueso de la crítica, recae en lo siguiente:

Gopnik y Meltzoff “dependen de una explicación idealizada del desarrollo científico como una procesión de teorías confrontando la evidencia. Desde esta visión, la cognición científica consiste en las operaciones que producen este desfile de teorías. Una vez aceptado esto, es fácil proponer que el desarrollo cognitivo de los niños es similar al desarrollo científico... [Estos autores] parecen superponer una visión filosófica estándar acerca del desarrollo científico y el cambio teórico al desarrollo cognitivo de los niños. Más que descubrir un ‘mecanismo’ común a ambos procesos, sobreponen la visión idealizada de uno de ellos, el desarrollo científico, sobre los resultados empíricos revelados desde los estudios del otro, el desarrollo de los niños” (Downes, 1999, p. 573).

De acuerdo con la evidencia empírica aportada, se ha encontrado que los niños carecen de la capacidad de diferenciar teoría de evidencia (D. Kuhn, 1989) y, en sentido estricto, esta falta de diferenciación y coordinación entre teoría y evidencia conduce al no-control de una sobre la otra. Concretamente, es en este aspecto en donde niños, adultos y científicos difieren de manera significativa. Por tanto, quizá la *metáfora-del-niño-como-científico* sea fundamentalmente errónea; a saber, en algunos aspectos muy básicos los niños no se conducen como científicos. Los datos también muestran que los sujetos atados-a-la-teoría tienen dificultades para “ver” la evidencia, mientras que los sujetos atados-a-la-evidencia, *sin el beneficio de una representación teórica que les permita hacer sentido de los datos*, están confinados a la interpretación local de resultados aislados. No obstante, aunque reconoce el papel crucial que juega la diferenciación de teoría y evidencia en el proceso de desarrollo, esta autora no desdeña la importancia que tiene la “teoría” en la organización y coordinación de los datos. Con todo, existe otro hecho relevante. La capacidad para diferenciar y coordinar teoría y evidencia se ve reflejada tanto en la edad como en el nivel educativo. En los datos de D. Kuhn (1989) se observa que mientras la ejecución de los niños mejora entre el tercero y noveno grados (de los 9 a los 15 años de edad), existe un mejoramiento poco significativo entre el noveno grado y los sujetos adultos; sin embargo, en esas edades, la ejecución se ve fuertemente influenciada por el nivel educativo. Por tanto, es posible que la manera inicial

[intuitiva] de abordar los fenómenos del mundo se modifique mediante el proceso educativo.

No obstante, mientras que por un lado es importante resaltar que las “teorías” que elaboran los niños no son estructural ni funcionalmente similares a las científicas, por el otro, debe rescatarse la importancia heurística que tiene suponer que los conceptos se encuentren imbricados en teorías⁷. Para Gelman y Diesendruck (1999), un modelo en el cual los conceptos tienen una base teórica [theory-based model] contribuye más al desarrollo de los conceptos que a su resultado. Es decir, sin la presencia de compromisos teóricos de alguna especie, sería muy difícil para los niños desarrollar conceptos. De acuerdo con Murphy (en Gelman y Diesendruck, 1999), las teorías ayudan a los aprendices de conceptos en tres aspectos: (1) posibilitan identificar aquellos rasgos relevantes para un concepto, (2) establecen la forma (junto con las dimensiones) en que la similitud debería ser calculada y, (3) pueden influenciar la manera en que los conceptos se almacenan en la memoria. Resultado de esto sería que el aprendizaje de un concepto puede llevarse a cabo de manera más uniforme con la ayuda de las teorías, aún y cuando las teorías mismas cambian durante el desarrollo.

1.2.2 Los cambios en las teorías (cambio conceptual).

Como se ha visto, un cambio importante en el estudio de los conceptos fue la idea de que estos no son elementos aislados sino que se encuentran organizados en teorías. Ahora bien, para algunos autores, el paso siguiente llevó a considerar un nuevo modelo para concebir los cambios ocurridos en el desarrollo psicológico: el cambio teórico en la historia de la ciencia, planteado originalmente por T. S. Kuhn ([1962] 1983). (Véase también Ruiz y Ayala [2000], para un análisis de las epistemologías evolucionistas sobre los cambios en las teorías científicas.)

Para Carey (1985), la formulación kuhniana involucra un sentido holístico: el significado de un concepto dentro de una teoría está determinado por sus relaciones con todos los demás conceptos dentro de esa teoría. “En esta

⁷ Esta aserción no descarta la posibilidad de que existan también otros sistemas que podrían ser “organizadores” de conceptos, por ejemplo, los modelos parciales posibles (véase Flores y Gallegos, 1998).

perspectiva, cualquier cambio de teoría involucra, necesariamente, cambio conceptual. Esta visión tiene otras consecuencias: las teorías sucesivas son inconmensurables, no pueden diferir de los datos y son infalsables (...) Aunque estas formulaciones han sido rechazadas por la mayoría de los filósofos de la ciencia, la postura de la reestructuración fuerte ha sobrevivido...” (p. 4). Asimismo, esta autora explica el tipo de cambios conceptuales que pudieran realizarse. Por ejemplo, mientras Aristóteles distinguía dos tipos de movimiento (natural y violento), Galileo, al afirmar que no había distinción entre ambos, colapsó ambos conceptos (Carey, en 1991, llamó a este tipo de cambio, *coalescencia*). A la vez, los compromisos ontológicos de las teorías también difieren: Aristóteles consideraba la existencia de lugares y estados naturales, los cuales jugaban un papel explicativo central en su teoría pero, de acuerdo con la teoría de Galileo, tales cosas no existían. En resumen, estos cambios (diferenciaciones, combinaciones, cambios en los compromisos ontológicos), sólo son comprensibles en términos de cambios en los dominios y en las nociones causales entre las teorías sucesivas. Cuando se encuentran todos estos cambios, se puede decir que la **reorganización** del conocimiento en cuestión es **de tipo fuerte** e involucra un cambio conceptual. Mientras que otro tipo de cambio, a saber, la **reestructuración débil**, ocurre como cuando un jugador gana pericia en el ajedrez. Es decir, dado que novatos y expertos comparten los “conceptos individuales centrales” del juego (piezas, movimientos, reglas y meta final) no parecería haber duda de que dicho proceso es más bien una “reestructuración”.

Para D. Kuhn (1989), la caracterización planteada por T. S. Kuhn de los paradigmas y cambios de paradigma, ha proveído el fundamento para la distinción realizada por Carey (1985, 1991) entre reestructuración débil y fuerte en el cambio conceptual. La reestructuración en el sentido débil, como se ha visto, implica una nueva relación entre los conceptos y la adición de algunos nuevos. Pero el sentido de cambio conceptual fuerte es equivalente al cambio de paradigmas khuniano. Implica cambios en el núcleo de los conceptos de la teoría y su interrelación, de tal forma que el núcleo de los conceptos de la nueva teoría quizá no sea traducible dentro de aquellos de la vieja teoría. De manera específica, entonces, puede suponerse que Carey (1985) retoma un elemento de la

metodología kuhniana para interpretar el cambio conceptual: “Las transformaciones de los paradigmas son revoluciones científicas, y la transición sucesiva de un paradigma a otro por medio de una revolución es el patrón usual de desarrollo de una ciencia madura” (Ruiz y Ayala, 2000, p. 46). Un paradigma es una “estructura” que apoya una nueva forma [*Gestalt*] de ver. “La facilidad y la rapidez mismas con que los astrónomos vieron cosas nuevas al observar objetos antiguos con instrumentos antiguos puede hacernos decir que, después de Copérnico, los astrónomos vivieron en un mundo diferente” (T. S. Kuhn, [1962] 1983, p. 184). Ahora bien, si vieron el mundo de una manera diferente fue porque sostenían un paradigma diferente; es decir, “las operaciones y mediciones estaban determinadas por el paradigma” (T. S. Kuhn, [1962] 1983, p. 198). Un paradigma que guía la visión implica, a la vez, el sostenimiento de nuevas ideas acerca de la naturaleza.

Dadas las consideraciones anteriores, parece que Carey (1985) utiliza “paradigma” como sinónimo de “teoría” y, por tanto, supone que el desarrollo cognitivo podría considerarse como cambios en las teorías que sostienen los niños. En este sentido, y sólo en este sentido, la metáfora-del-niño-como-científico parecería ser heurísticamente válida. “El cambio de una teoría científica es, después de todo, uno de los ejemplos más claros que conocemos de la derivación de representaciones abstractas y complejas... del mundo a partir de la experiencia” (Gopnik y Meltzoff, [1997] 1999, p. 17). Así, se podría decir que las “ideas” de los niños conforman una *teoría*, es decir, un cuerpo conceptual mediante el cual explican e interpretan los fenómenos de un dominio de la realidad. De acuerdo con Siegal (2002), para Carey el desarrollo cognitivo puede ser mejor caracterizado en términos de cambios en dominios específicos más que siguiendo una secuencia de estadios generales. La consecuencia de una caracterización de este tipo implica que si cada dominio de conocimiento tiene sus propias reglas y criterios de comprensión, puede entonces darse el caso de que en algunos dominios (por ejemplo la astronomía) ocurran cambios conceptuales del tipo débil o enriquecimiento (reestructuración) pero, en otros, (como la física) ocurran reestructuraciones fuertes en los conceptos.

Ahora bien, si los cambios en el desarrollo pueden caracterizarse como cambios en las teorías subsecuentes que los niños elaboran, ¿cuáles son las características que éstas deben poseer? Gelman (1996) menciona que una teoría intuitiva posee, al menos, cuatro características: (1) una ontología distintiva; (2) leyes causales de dominio específico; (3) creencias interrelacionadas y, (4) recurrencia a instancias no-observables. Así mismo, esta autora señala que la base de cualquier teoría es su ontología, es decir, las distinciones fundamentales que establecen que clases de entidades existen.

En la misma dirección, Carey y Spelke (1994) sostienen que el razonamiento humano está orientado por sistemas de conocimiento de dominio específico. “Cada sistema está caracterizado por un conjunto de principios básicos que definen cuáles son las entidades que abarca ese dominio y sustentan el razonamiento acerca de ellas. En esta visión, el aprendizaje consiste en un enriquecimiento de los principios básicos y su consolidación y la consolidación de la ontología que determinan.

“... El cambio conceptual [a su vez,] implica la superación de los principios básicos y la creación de nuevos principios y nuevas categorías ontológicas” (p. 169). Es decir, de acuerdo con el enfoque dominio-específico, la determinación de las ontologías define las parcelas de objetos y fenómenos pertenecientes a ellas así como el tipo de explicaciones. Dicho enfoque también supone que las constricciones dominio-específicas son de importancia crítica en la comprensión de cómo las teorías influyen y reestructuran los conceptos (Keil, 1991).

La importancia concedida a la definición de una ontología y el tipo de explicaciones que dan cuenta de ella, así como al cambio de “teorías” a lo largo del desarrollo, ha sido notoria en el conjunto de trabajos sobre los dominios físico (Spelke, 1991; Gopnik y Meltzoff, [1997] 1999) y psicológico (Astington, Harris y Olson, 1989; Astington, [1993] 1998). La evidencia aportada parece indicar que en estos dominios los niños atienden a una ontología bien definida y muestran un sistema explicativo que hace uso de elementos circunscritos al dominio, por tanto, podrían caracterizarse como dominios autónomos. Respecto del dominio

biológico (dado que era y aún es discutible su autonomía), Carey (1985) abordó esta problemática con el fin de esclarecer si el conocimiento biológico de los niños puede ser caracterizado como un dominio. Dicho trabajo es un estudio de la adquisición del conocimiento biológico de los niños entre los 4 y los 10 años. El argumento central es que en este periodo de la infancia se asiste a una reestructuración del conocimiento del niño sobre los animales y las cosas vivas, es decir, una reestructuración, por lo menos, del tipo débil caracterizada por cambios de novato a experto (los cuales no implican un cambio de teoría); y muy probablemente, si es del tipo fuerte (lo que involucra una reorganización conceptual), dicho cambio estaría caracterizado por un cambio de teoría. Con todo, dicha reestructuración puede ser pensada como la emergencia de una nueva teoría (una biología intuitiva) a partir de su pariente teórico (una teoría intuitiva de la conducta animal). En resumen, para Carey (1985) el dominio de la biología no es autónomo y surge del dominio psicológico.

En 1995, Carey (en Siegal, 2002) establece algunas precisiones. En dicho trabajo, dice que las ideas de los niños pequeños acerca de la biología progresan a través de dos fases de desarrollo. En la primera fase, desde los años preescolares hasta los 6 años, los niños aprenden hechos del mundo biológico. Aunque este conocimiento puede ser impresionante, es bastante diferente de tener un “marco teórico” (framework theory) que involucre la conexión de hechos para crear una estructura conceptual unificada, coherente. Sólo en la segunda fase, a partir de los 7 años o más, es que se puede decir que los niños comienzan a construir un marco teórico coherente mediante un proceso de “cambio conceptual”. Carey mantiene que es probable que tal cambio en el dominio de la biología sea de la variedad fuerte; dado que dicho cambio involucra diferenciación y re-análisis, implica una reestructuración que posibilita que los niños adquieran nuevos conceptos causales. Como puede observarse, las precisiones que hace Carey parecen ser únicamente respecto de la edad en la cual se conforma un cambio de teoría, o bien es a partir de los 10 años (1985), o a partir de los 7 (1995). No obstante, la cuestión acerca del surgimiento del dominio sigue siendo la afirmación sostenida en 1985: la biología intuitiva surge a partir de su pariente más cercano, el dominio psicológico.

Aunque parece existir un acuerdo en la tesis de que los conceptos están organizados en teorías, existe desacuerdo en cuanto a cómo se producen esas interrelaciones (Keil, 1991). Un punto de vista, fuertemente empirista, sostiene que los conceptos iniciales están desprovistos de teoría pero, ésta, se va conformando gradualmente a lo largo del tiempo. El otro punto de vista, llamado “el criterio de la teoría original” (Keil, 1994), sostiene que los conceptos se encuentran articulados, desde el inicio, en relaciones de tipo teórico. Así, dado que al inicio sólo están disponibles dos conjuntos de teorías, mecánica intuitiva y psicología intuitiva, todos los demás dominios se ven obligados a incluirse dentro de alguno de ellos (véase la posición de Carey, 1985). Desde la perspectiva empirista, no existe el problema del desprendimiento de una teoría a partir de otra, dado que todos los conceptos, incluidos los biológicos, surgen de mecanismos generales asociativos o inductivos. La teoría original sí enfrenta un problema en el sentido que supone que el desarrollo de una teoría netamente biológica sólo es posible a partir de su desprendimiento del dominio psicológico. Por tanto, considera que los niños dan respuestas distorsionadas en cuanto a la conceptualización adecuada de los objetos biológicos dentro de su dominio, a saber, por tratar de encajar dichos objetos dentro de la organización teórica de corte psicológico. El grueso de la evidencia que se presentará en el presente trabajo rechaza, por un lado, que el surgimiento del dominio biológico se dé a partir del psicológico y, por el otro, prueba que cuando los niños consideran fenómenos biológicos, sus explicaciones se restringen al dominio, o bien, a la separación explícita entre ellos.

1.3 El dominio específico de la biología.

De manera sustancial, el libro seminal de Carey (1985) abordó, desde la perspectiva dominio-específica, un conjunto de temas relacionados con el conocimiento de los fenómenos biológicos: el concepto de vida, el concepto de animal, las nociones fisiológicas y la formación de categorías naturales, vegetales y animales. Asimismo, y no siempre desde esa perspectiva, se han investigado un amplio abanico de “conceptos” biológicos: el concepto de muerte (Speece y Brent,

1984; Orbach, Glaubman y Berman, 1985; Lazar y Torney-Purta, 1991); el concepto de herencia (Bernstein y Cowan, 1975; Springer y Keil, 1989; Springer y Keil, 1991; Solomon, Johnson, Zaitchik y Carey, 1996; Springer, 1996); las concepciones acerca del interior del cuerpo (Gellert, 1962; Crider, 1981; Carey, 1985; León-Sánchez, 1993); las nociones acerca de la enfermedad (Simeonsson, Buckley y Monson, 1979; Kister y Patterson, 1980; Bibace y Walsh, 1981; Perrin y Gerrity, 1981; Rozin, Fallon y Augustoni-Ziskind, 1985; Del Barrio, 1988; Siegal, 1988) y, las categorizaciones que elaboran los niños para distinguir el mundo animado del inanimado (Richards y Siegler, 1984; Bullock, 1985; Gelman y Gottfried, 1996).

Suscribiendo lo dicho por Gelman (1996), desde una perspectiva práctica es importante preguntar cuántas teorías existen para los niños pequeños. Si existen innumerables dominios, entonces, una aproximación teórica al desarrollo cognitivo deja de ser útil; conocer acerca de cualquier teoría dada de manera general podría decir muy poco acerca de la cognición infantil. Dado que el número de teorías que los niños poseen parece ser pequeño, investigar dichas teorías posibilitará nuestra comprensión respecto de un amplio trozo de la cognición temprana.

El estudio de la construcción del conocimiento biológico en el niño no tuvo, inicialmente, la suficiente aceptación. Según algunos autores, "sólo con cierta condescendencia podríamos hablar de una biología del sentido común o del pensamiento infantil, pues en este campo no encontramos sino ciertas nociones esencialmente animistas" (Piaget, [1957] 1970, p. 95). Tomando como punto de partida el trabajo de Piaget sobre el desarrollo del concepto de vida y la tendencia animista en el pensamiento infantil (Piaget, [1926] 1975, [1957] 1970, [1964] 1981), proliferaron las investigaciones dedicadas al estudio del animismo que intentaron examinar si dicho fenómeno se presentaba de manera universal o era producto de la metodología utilizada (Looft y Bartz, 1969; Delval, 1975). Con todo, en la actualidad, el estudio del conocimiento biológico ha establecido, entre sus prioridades, el examen del status ontológico de dicho dominio, es decir, las

distinciones *vivo vs. no-vivo* y/o *animado vs. inanimado*, con el fin de determinar su autonomía.

Una parte de la evidencia obtenida sugiere que es un error considerar que una actitud animista satura el pensamiento infantil ya que incluso los niños de 3 años distinguen la diferencia entre objetos animados e inanimados, aunque no sean tan precisos ni tan consistentes como los niños mayores en cuanto al conocimiento específico del mundo objetal circundante (Bullock, 1985). Asimismo, se puede observar que los niños pequeños pueden distinguir la estructura interna de varias clases de objetos (*animados versus inanimados*, *biológicos versus no-biológicos* y *naturales versus artificiales*); distinción que implica ir más allá de las similitudes superficiales y comprender aspectos que están más ocultos y que son menos obvios. En este sentido, parecería que el incremento en el conocimiento biológico de los niños juega un importante papel en la selección de las propiedades y las categorías pertenecientes a este dominio (Gelman, 1989).

Gelman y Gottfried (1996) se interesaron en la explicación causal que dan los niños a los movimientos de los objetos animados e inanimados. Los resultados muestran dos aspectos particularmente relevantes. Por un lado, los niños respetan las diferencias de dominio (cada condición de movimiento fue explicada de manera diferencial tanto para animales como para artefactos) y, por el otro, describen propiedades y partes internas biológicas para animales y agentes humanos y partes mecánicas o eléctricas para artefactos.

En otros estudios (Inagaki y Hatano, 1996) se ha encontrado que los niños de cuatro y de cinco años tratan a los animales y a las plantas como entidades semejantes que experimentan cambios autónomos en el tamaño y en la forma a través del tiempo. La mayoría de los niños de cinco años usan de manera espontánea la categoría de cosas vivas y limitan su proyección inductiva a las propiedades de crecimiento y consumo de alimento y agua tanto en plantas como en animales; es decir, dichas entidades son comprendidas bajo una misma categoría biológica al rescatar las características salientes que animales y plantas

comparten. Muy probablemente esto significa que los niños tienen un dominio autónomo de la biología y, por otro lado, aunque la evidencia indica que están lejos de poseer una teoría desarrollada, coherente y completa de la biología, dichas nociones se encuentran separadas del dominio psicológico. En sentido estricto, estos hallazgos van en contra de las aseveraciones de Carey (1985), para quien, como ya fue mencionado, el dominio biológico, por un lado, se desprende del dominio psicológico y, por el otro, no alcanza su autonomía sino a partir de los 10 años.

En cuanto a la existencia de respuestas animistas por parte de los niños, Ochiai (1989) considera que éstas se deben (1) a una confusión en la definición de *cosas vivas* (el léxico utilizado), (2) a la utilización de analogías basadas en la semejanza (por ejemplo, se toma al ser humano como modelo para comprender el mundo animal y vegetal, sobretudo el animal), (3) a un conocimiento incompleto de las categorías biológicas, (4) así como a una falla en la coordinación de diferentes tipos de conocimiento acerca de los objetos y de sus propiedades. En el mismo sentido, los hallazgos de Inagaki y Hatano (1987) sugieren que las respuestas animistas están limitadas a personificaciones que los niños utilizan para generar una conjetura correcta acerca de objetos menos familiares y alejados del modelo humano; por tanto, es posible suponer que el uso que hacen de la personificación conlleva cierta falta de conocimiento biológico. En otros estudios se ha observado que los niños de 6 años no integran animales y plantas dentro de la categoría supraordenada de seres vivos (Carey, 1985), o bien, su concepto de plantas parece tener un nivel intermedio entre las cosas vivas y las cosas no vivas (Ochiai, 1989) y, en este sentido, la posibilidad de atribuir propiedades biológicas a las plantas es menor que las atribuidas a los animales y a los seres humanos o, incluso, según la cultura, llegan a ser consideradas como no-vivas (Hatano *et al.*, 1993).

En conclusión, si las respuestas animistas son producto del escaso conocimiento adquirido por el niño, entonces parece razonable que éste tenga que recurrir a lo que conoce suficientemente bien (los seres humanos) para clasificar entidades desconocidas. A saber, el *razonamiento animista* puede ser considerado como la

personificación de un objeto inanimado (Hatano, 1999). En otras palabras, dado que los niños pequeños están más familiarizados con los seres humanos pero son novatos en muchos otros dominios tienden frecuentemente a usar la “analogía de persona” para predecir atributos de objetos no familiares (Inagaki y Hatano, 1987). O bien, el animismo también podría ser considerado como la aplicación de un *modelo de comparación con la gente* [comparison-to-people model] debido a la carencia de su conocimiento biológico (Carey, 1985). Pero, asimismo, puede sostenerse que el animismo surge cuando los niños no pueden todavía regular los diferentes tipos de conocimiento: a) acerca de los objetos, b) de las funciones y atributos y, c) del conocimiento biológico categorial (Ochiai, 1989).

Piaget ([1926] 1975), por su parte, consideró que en los primeros estadios del desarrollo del concepto de vida, el “movimiento” (autónomo *versus* inducido) era el criterio que utilizaban los niños pequeños para diferenciar lo vivo de lo no-vivo. La utilización de tal criterio presenta una problemática en cuanto a la tipificación de los objetos pertenecientes al dominio. Por un lado, es posible que aparezcan respuestas por sobreextensión en el momento de categorizar algunos artefactos (automóviles, aviones, etc.) como miembros de la clase y, por el otro, respuestas por omisión al no tipificar a las plantas como pertenecientes a dicha clase. Sin embargo, en otros estudios se puede encontrar que aún los niños pequeños (de 3 y 4 años) respetan las diferencias de dominio cuando explican diferencialmente el movimiento de los animales del de los artefactos, aunque utilizan causas “inmanentes” para explicar el de los primeros (Gelman y Gottfried, 1996). Por tanto, sería pertinente sostener que el estudio del conocimiento biológico debe “enfocarse en la pregunta de cuándo los niños identifican las cosas vivas con propiedades relevantes de la teoría [theory-relevant properties] tales como la capacidad de crecer y comer más bien que con aspectos irrelevantes tales como el movimiento” (Gelman, 1989, p. 65). En resumen, se podría decir que el fracaso en la categorización de los seres vivos debería ser achacado a una carencia en el conocimiento del dominio biológico (Bullock, 1985); a la falta de integración de animales y plantas en la categoría de las cosas vivas (Carey, 1985); por intentar comprender objetos nuevos atribuyéndoles (por analogía) categorías conocidas

(Inagaki y Hatano, 1987) o, por una integración inadecuada de diferentes tipos de conocimiento de los objetos y de sus propiedades (Ochlaí, 1989).

1.3.1 *La diferenciación de propiedades físicas y psicológicas (el problema de la herencia).*

Con el fin de examinar más abundantemente si los niños poseen un dominio autónomo de la biología, se han investigado otros conceptos tales como el de la herencia. Bernstein y Cowan (1975), estudiaron las concepciones infantiles sobre el origen de los bebés partiendo del supuesto de que éste tipo de conocimiento sigue el mismo proceso de desarrollo cognitivo propuesto por Piaget para la causalidad física. De esta manera, dicen que es hasta el nivel de las operaciones concretas (lo que ellos llaman Niveles 4, 5 y 6) que los niños comienzan a establecer causas físicas (Nivel 4) acerca del *origen de los bebés* (tomado como causalidad social por los autores, pero en el sentido de la relación padre-madre), pero sin considerar la transmisión genética. Sólo es hasta el Nivel 6 (11 años) que los niños comienzan a dar respuestas más sofisticadas biológicamente. Del análisis que puede hacerse de las respuestas de los niños estudiados en este trabajo, es importante señalar que ninguna de ellas hace uso de instancias psicológicas para explicar el origen de los bebés.

Otros autores como Springer y Keil (1989 y 1991) también han tratado la causalidad biológica. Afirman que las concepciones infantiles de la causalidad se rigen por principios de extensión específica, es decir, la noción de causalidad aplicable a fenómenos físicos es diferente de la aplicable a fenómenos biológicos, y sostienen que los niños poseen cierta "intuición" sobre los fenómenos biológicos, concretamente, sobre los rasgos hereditarios y aquellos que no lo son (Springer y Keil, 1989), y sobre el tipo de mecanismos causales que afectan los fenómenos biológicos *versus* artificiales (Springer y Keil, 1991). Asimismo, Springer (1996) ha sugerido que la mayoría de los niños entienden que los bebés comparten propiedades físicas con sus padres biológicos pero tenderán a compartir creencias y preferencias, por ejemplo, de los padres adoptivos.

Aunque esta diferenciación que hacen los niños parecería obvia en cuanto a la separación de dominios, el trabajo de Solomon *et al.*, (1996) establece que únicamente puede considerarse que la comprensión que tienen los niños acerca de la herencia tiene una base biológica si el fenómeno de la herencia está incluido dentro de un marco conceptual que explique, por ejemplo, el parecido con los padres en los rasgos físicos de manera diferente a aquel que explique el parecido en el tipo de creencias. Las nociones adultas, que tienden a diferenciar entre los dominios biológico y psicológico, comprenden que los niños adoptados al nacer se parecerán a sus padres biológicos en los rasgos físicos, pero a sus padres adoptivos en las creencias. Sin embargo, los niños preescolares y los de seis años, en este estudio, no diferenciaron entre dichas características. La falla de los niños no se debe a su falta de habilidad de dominio general para razonar de forma causal, pues existe evidencia convincente de que comprenden la causalidad dentro del dominio de la física clásica (Gopnik y Meltzoff, [1997] 1999; Maratsos, 1992). Por tanto, parece probable que la falla se deba a que ignoran los mecanismos biológicos relevantes para explicar el origen y determinación de las características corporales; lo cual significa, esencialmente, carencia de información. Pero, por otra parte, también podría ser que aquellos niños que resolvieron exitosamente las tareas estaban en proceso de construir un dominio cognitivo autónomo de la biología. Es decir, tendieron a hacer referencia al nacimiento para explicar el parecido en los rasgos físicos pero no el parecido en las creencias. Por tanto, dichos niños intuyen que ambos fenómenos, ostensiblemente distintos, pertenecen a dominios distintos. Una evidencia importante que apoya al enfoque dominio-específico ya que, precisamente, esta clase de coherencia teórica y compromiso ontológico es uno de sus rasgos distintivos.

Como se mencionó anteriormente, para Carey (1985) los niños pequeños (entre los 4 y los 6 años) no realizan distinciones importantes entre los fenómenos biológicos y los psicológicos. En este sentido, comprenden, por ejemplo, el acto de comer no en términos de su función fisiológica-nutricional, sino como deseos y creencias asociadas a la comida. Asimismo, la propiedad “tener bebés”, sólo es comprendida en cuanto a las funciones sociales asociadas a las relaciones padre-

hijo, pero no como función reproductiva. En un grupo de estudios (Carey, 1985, fundamentalmente el capítulo 3), a niños de 4, 5 y 7 años y adultos, se les mostraron imágenes con los siguientes ítems: oso hormiguero, dodo, tiburón cabeza de martillo, chinche de jardín, orquídea, baobab y gusano; y se les preguntó sobre ciertas actividades exhibidas, como *comer, respirar, hacerse daño, dormir, tener un corazón y pensar*. Ante esta tarea, dos resultados son de interés. Primero, los sujetos muestran una disminución regular en la atribución de propiedades a los animales, en un orden que corresponde a una mayor semejanza con los seres humanos (o “distancia filogenética” como dice Carey). Es decir, los sujetos atribuyen la mayoría de las propiedades a la gente, seguidas en orden por el oso hormiguero, el dodo, la chinche, el tiburón y el gusano. Así, mientras que los niños de 4 y 5 años muestran un rompimiento significativo entre la gente y todos los otros animales; para los de 7 años ya no hay este rompimiento. El segundo resultado, es el grado de diferenciación entre propiedades para los grupos de edad más jóvenes. Los niños de 4 años de edad no mostraron diferenciación entre propiedades, y los de 5 y 7 años mostraron poca. Por ejemplo, los niños pequeños (4-5 años) no diferenciaron entre *tiene huesos*, propiedad que sólo debe ser atribuida a los vertebrados y *tener bebés*, propiedad que debe ser atribuida de manera extensa a todas las cosas vivas.

Si los niños se basan en un modelo de comparación-con-la-gente (véase Carey, 1985 y también Ochiai, 1989), entonces estas propiedades deberían ser atribuibles sólo a aquellos organismos que el niño conciba como más cercanos a lo humano; por ejemplo, los perros comen y tienen bebés pero no los gusanos. En apoyo de esta cuestión, Carey (citada en Keil, 1994, p. 236) reporta la respuesta de un niño quien dice: *Los gusanos no tienen bebés. Solamente tienen gusanitos*. “Sin embargo, en esta cita, –dice Keil– se plantea la problemática de por qué el niño hace tal comentario, de que los gusanos sólo pueden tener gusanos pequeños. Si el niño sólo tiene una comprensión social... entonces no debería hacer un comentario de este tipo, dado que es irrelevante”.

Es cierto que las ligas familiares pueden ser conceptualizadas tanto social como biológicamente: en una se pueden resaltar elementos observables como la crianza

y la proximidad, los cuidados y normas que organizan las relaciones entre los miembros de la familia. Mientras que en la otra, las relaciones familiares pueden ser definidas en términos de ligas biológicas inobservables. Ante esto, Springer (1999) se hace la siguiente pregunta: ¿cómo los niños comienzan a moverse de una concepción social hacia una genética? Este autor sostiene que lo que conduce al desarrollo del primer razonamiento teórico de los niños sobre el parentesco ocurre cuando ellos aprenden que los bebés crecen dentro del cuerpo de sus madres. Este conocimiento sobre la gestación les permite ligar ciertas relaciones al nacimiento y hacer algunas predicciones teóricas pero también desarrollar algunas nociones incorrectas, aunque internamente consistentes sobre la herencia (como por ejemplo, que la proximidad física entre el bebé y la madre previa al nacimiento, hace que los hijos se asemejen más a la madre). En resumen, el aprendizaje sobre un proceso no-observable cambia la comprensión de los niños de los rasgos observables. De esta manera, para Springer (1999) la primera teoría de los niños sobre el parentesco es biológica, pero no genética, y su adquisición está fuertemente dirigida por los datos. También sugiere que esta teoría no se desarrolla desde una teoría psicológica, sino que sólo está constreñida, en forma general, por una mecánica naïve y, por último, es implícita más que explícita⁸.

Entre los datos aportados por Springer (1999) se encuentran los siguientes: dos tercios de los niños entre los 4 y los 5 años, y tres cuartos de los niños entre los 6 y los 7 años de edad estudiados, comprenden que los bebés crecen dentro de la madre con anterioridad al nacimiento. (Dichos niños fueron clasificados como *informados* a diferencia de los que no tenían este conocimiento, los cuales fueron clasificados como *no-informados*.) Asimismo, algunos niños de 4 y 5 años poseen una teoría implícita de la biología y comprenden las relaciones de parentesco, de tal manera que puede afirmarse que sus respuestas cumplen con los criterios marcados para determinar dicha posesión: especificidad de dominio, compromiso ontológico y mecanismos explicativos. Distintivamente, esta teoría inicial de los

⁸ Au y Romo (1999), por su parte, sostienen que la causalidad mecánica es el mecanismo elegido por niños y adultos (especialmente aquellos que no tienen educación científica) en su intento de dar sentido a los fenómenos biológicos. Esta tendencia parece afirmarse en el hecho de que desde la infancia los niños saben, y rápidamente aprenden, cómo los objetos y las sustancias se comportan en términos de la mecánica.

niños sobre el parentesco es adquirida a través de inferencias inductivas desde un conjunto de hechos simples sobre el crecimiento prenatal. Es decir, el énfasis está puesto en la cuestión de que los bebés se originan y gestan dentro de sus madres antes del nacimiento; "... este hecho es conceptualmente especial en dos sentidos: primero, los niños utilizan el conocimiento de que los bebés crecen dentro de sus madres como base para sus inferencias inductivas sobre las cualidades fenotípicas y los mecanismos de la herencia... Segundo, los niños que saben dónde crecen los bebés, tratan la localización del crecimiento prenatal como un criterio para el parentesco. Esto es, piensan que un bebé pertenece a una cierta madre si y sólo si se origina en su cuerpo, sin tomar en cuenta si lo cuida o vive con él" (Springer, 1999, pp. 48-49).

En resumen, muchos niños tipificados como informados adquieren una teoría específica como resultado de inferencias inductivas generadas sobre la base del conocimiento del crecimiento prenatal y de otros conocimientos factuales. De manera característica, esta teoría es implícita, dominio-específica, sostiene un compromiso ontológico, aparece entre los 4 y los 5 años de edad y les permite a los niños generar explicaciones de, y predicciones acerca de, características fenotípicas y los mecanismos de la herencia. En adición, esta primera teoría del parentesco está basada en una definición biológica de las relaciones madre-hijo, no en una social-psicológica.

Uno de los elementos centrales en la argumentación que hace Springer (1999), se refiere al hecho de que el conocimiento acerca del crecimiento prenatal del bebé en el vientre de la madre posibilita que los niños se encaminen a diferenciar las concepciones social y biológica de la liga padres-hijos y, por tanto, diferenciar los rasgos salientes de cada una de esas concepciones. Asimismo, los datos aportados en el estudio de Solomon *et al.*, (1996) indican que cuando a los niños se les pide elegir entre rasgos físicos o rasgos sociales (creencias) que tendría un niño que nació de un padre biológico pero es criado por el padre adoptivo, los niños de 7 años de edad, asocian los rasgos físicos con el padre biológico y las creencias con el padre adoptivo. Las explicaciones acerca de la crianza exhiben, de manera explícita, mecanismos de mediación causal (aprendizaje, costumbres,

etc.), no obstante, las explicaciones acerca de los padres biológicos son ambiguas; es decir, no es del todo claro qué tanta comprensión acerca de la herencia biológica tienen los niños. Esto es, si los adultos pueden concebir un cierto número de vías causales mediante las cuales los padres biológicos pueden "influenciar" a sus hijos, sólo un número muy pequeño de ellas supone un real involucramiento con la herencia biológica. Los niños parecen referirse al padre biológico como el "padre verdadero", sin mencionar los procesos causales involucrados. No obstante, el hecho de diferenciar entre rasgos físicos y psicológicos (creencias) indica, aunque de manera indirecta, que varios de esos niños entre 6 y 7 años consideran el nacimiento como una parte del proceso causal. En este caso, puede también suponerse que estos niños estaban en el camino de construir un dominio autónomo de la biología ya que, el fenómeno a explicar, lo consideraron mediado por procesos corporales. Sin embargo, los datos de Solomon *et al.*, (1996) retan la declaración de que los niños preescolares (entre 4 y 5 años de edad) comprendan que la herencia es biológica y, por tanto, que hayan construido un dominio autónomo de la biología puesto que dicha aseveración debe fundamentarse en la comprensión que tengan acerca de la herencia biológica.

El conjunto de estas conclusiones parece diferir de aquellas de Springer (1999) en el sentido de asignar una teoría biológica a niños de 4-5 años de edad. No obstante, si bien este autor señala que a partir de los cuatro años los niños comienzan a organizar una teoría biológica de la herencia, reconoce, explícitamente, que *dicha teoría no es genética*. Los datos obtenidos en un estudio anterior (Springer, 1996, específicamente el Experimento 2), sugieren que los niños preescolares entienden que el parentesco biológico no es simplemente una cuestión de compartir propiedades físicas sino, principalmente, de quién gesta al bebé, lo cual implica utilizar esa información para definir las relaciones de descendencia y fundamentar la explicación del parecido entre familiares inmediatos. Concretamente, la principal diferencia entre niños pequeños y adultos parece encontrarse en la extensión de dicho conocimiento, pero no en que éste parta de dominios diferentes.

En resumen, el conjunto de resultados (Solomon *et al.*, 1996; Springer, 1996, 1999) acerca de la herencia y las relaciones biológicas de parentesco, indican que las respuestas de los niños (ya sea desde los 4 años o desde los 6-7) apuntan a distinguir entre fenómenos pertenecientes al dominio psicológico o biológico. Es decir, diferencian entre dos tipos de objetos y fenómenos diferentes (compromiso ontológico).

1.3.2 La diferenciación de propiedades físicas y psicológicas (el problema mente-cuerpo).

El hecho de que los niños atiendan a los atributos salientes entre entidades biológicas y psicológicas que determinan, diferencialmente, rasgos físicos mediante la herencia, de aquellos generados por un sistema de crianza (creencias), supone, en sentido estricto, la posesión por parte de los niños de un conocimiento biológico intuitivo de los procesos corporales. Pero, por otra parte, ciertas respuestas donde se diferencian rasgos psicológicos y biológicos, pudieran estar dadas por asignaciones basadas no en modelos de semejanza con la gente, sino en asignaciones donde, aún respetándose el dominio, se implican, tal vez, otros factores (por ejemplo, la experiencia con ciertos animales). De acuerdo con los hallazgos de Inagaki y Sugiyama (citados en Coley, 1995), en las atribuciones que le asignan los sujetos a los animales, existen diferencias de acuerdo a si éstos son depredadores o domésticos. Por ejemplo, las atribuciones psicológicas mostraron un patrón basado en la similitud, mientras las atribuciones biológicas mostraron un patrón basado en la categoría. Los niños de kindergarden atribuyen propiedades biológicas a los grupos predador y doméstico en la misma proporción, pero atribuyen, diferencialmente, a esos grupos, la habilidad de estar felices o asustados. Es decir, estos niños consideran ambos grupos como biológicamente equivalentes, pero psicológicamente distintos. Sin embargo, cabe la pregunta de si son capaces de diferenciar dentro de un mismo organismo, procesos biológicos y psicológicos.

1.3.2.1 La diferenciación mente-cuerpo.

Para Carey (1985), la “intuición biológica” surge de un modelo psicológico, es decir, las explicaciones sobre funciones biológicas como comer, respirar, etc., se dan en términos de actividades e intenciones humanas. Sin embargo, los datos aportados por otros autores, (Gottfried, Gelman y Schultz, 1999), muestran que incluso los niños pequeños son capaces de diferenciar entre un órgano biológico (cerebro) de una función psicológica (pensamiento). Argumentan que el periodo entre los 4-5 y los 8-9 años, *está marcado por el incremento en el conocimiento sobre las partes individuales del cuerpo* y, especialmente, por el conocimiento del cerebro. Sin embargo, sólo es hasta la infancia media que los niños comienzan a comprender la significación biológica del cerebro como el órgano que controla el cuerpo. Dicho desarrollo del conocimiento biológico coincide con el desarrollo del lazo entre el cerebro (elemento físico) y la mente (constructo no físico). En el mismo sentido, el estudio de Watson, Gelman y Wellman (1998) muestra que los niños de 4 y 5 años saben que el estómago y el cerebro se encuentran dentro del cuerpo. Incluso si no saben de manera exacta dónde localizarlos, pueden diferenciar el contenido físico del estómago (una ciruela que se ha comido) del contenido no-físico (pensar en comerse una ciruela) del cerebro. Es decir, mientras el cerebro es comprendido como una entidad física no sucede lo mismo con el objeto acerca del cual se piensa (ni con el pensar).

En este trabajo (Watson *et al.*, 1998), se plantearon dos problemas, uno relacionado con el pensamiento y el otro con la deglución. En el de pensamiento, la presentación fue: “Este es mi amigo John. Él está pensando en una canica ahora mismo. Entonces, está pensando en una canica”. Después de esto, se le hacían cuatro preguntas a los sujetos. Una de ellas, la última, era: “Si un doctor mirase dentro de la cabeza de John ahora mismo, con una máquina especial, ¿podría ver el doctor una canica dentro de la cabeza de John?” (Esta pregunta fue contrastada con la número 3: “¿podría ver el doctor un cerebro dentro de la cabeza de John?”.) Mientras que en el problema de deglución, la presentación fue de esta manera: “Accidentalmente [John] se tragó una uva... Entonces, se tragó una uva”. La cuarta pregunta en este caso fue: “Si un doctor mirase dentro de su

cuerpo ahora mismo con una máquina especial, ¿podría ver el doctor una uva dentro del estómago de John?” Los resultados del Estudio 1 muestran que los niños de 3, 4 y 5 años distinguen pensar, una actividad mental que involucra el cerebro, de deglutir, una actividad no-mental que involucra el estómago. Esos mismos niños contestaron que tanto estómago como cerebro están físicamente dentro del cuerpo y pueden ser vistos por un doctor con una máquina especial, y que los objetos tragados también estaban presentes y podían ser vistos por la máquina, pero no el pensar acerca de esos objetos. En resumen, mientras la proporción de respuestas correctas incrementó en los tres grupos de edad, el patrón fue claro incluso para los niños de 3 años. Por tanto, parece existir evidencia que permite asegurar que los niños preescolares comprenden la distinción entre lo físico del cerebro y lo inmaterial de los pensamientos. Lo particularmente notable es que los niños de 3 años muestran una comprensión clara de la diferencia entre los mundos mental y físico.

Algunos otros trabajos presentan evidencia acerca de la comprensión que poseen los niños de los estados mentales y no sólo del pensamiento. Dicha evidencia parece contradictoria con la aportada por Watson *et al.* (1998). Por ejemplo, los estudios realizados por Gottfried *et al.* (1999) estuvieron diseñados para explorar la comprensión de los niños pequeños acerca de las consecuencias de un trasplante de cerebro. Las preguntas presentadas se refieren a cómo las propiedades mentales específicas, ligadas a una categoría (por ejemplo, tener el recuerdo de ser un bebé) cambian como resultado de un trasplante de cerebro. Dicen estos autores que los adultos de nuestra cultura están de acuerdo en que el cerebro es central en la determinación de la identidad individual dado que el cerebro guarda creencias, memorias autobiográficas y conocimiento adquirido. En dicha concepción el cerebro es como un archivador que guarda pensamientos, memorias, ideas y otros productos mentales en su interior. Es decir, se utiliza la metáfora de “el-cerebro-como-contenedor” [“brain-as-container”]. Sin embargo, dicha metáfora no parece estar del todo desarrollada en los niños pequeños. A los 4 y 5 años, la mayoría de los niños no creen que los pensamientos y sentimientos específicos estén “contenidos” en el cerebro y puedan transmitirse. Hay algunas razones que posiblemente explican esta dificultad que enfrentan los niños.

Aunque, de acuerdo con los datos (Gottfried *et al.*, 1999) ellos afirmaron que un animal con cerebro puede pensar y recordar, estuvieron menos seguros cuando se preguntó si un animal sin cerebro puede pensar. Es decir, muchos de los preescolares no parecen saber acerca del eslabón entre el cerebro y las funciones mentales. Los niños que tenían poca información acerca del cerebro, afirmaron consistentemente que, incluso con un cerebro diferente, el animal “funciona” de acuerdo a su pertenencia a una categoría⁹.

Los resultados sugieren que es hacia el tercer grado (9 años de edad), que los niños conforman la metáfora del cerebro como contenedor, esto por sus afirmaciones de que un trasplante del cerebro o de lo que tiene dentro, permitiría cambios en los pensamientos y recuerdos de un animal. Los niños de primer grado (7 años de edad) y más jóvenes, fueron también consistentes en sus respuestas, pero generalmente no conforme a la metáfora del cerebro como contenedor. Estos niños indicaron frecuentemente que el cerebro es importante para la actividad mental, pero no contiene, específicamente, pensamientos o recuerdos. En general, los resultados de los cuatro estudios sugieren que para muchos de los niños de primer grado y más jóvenes, la suposición esencialista es prevalente. En este sentido, Gottfried *et al.* (1999) sugieren que la adquisición de la metáfora del cerebro como contenedor puede emerger conforme el niño desarrolla una comprensión de los animales y los elementos que los constituyen basada en lo biológico. De hecho, el período de los 4 a los 7 años, está marcado por el incremento de conocimiento sobre las partes individuales del cuerpo y especialmente por el conocimiento sobre el cerebro. Así, conforme los niños descubren más sobre el lazo entre el cerebro y el cuerpo, también descubren el lazo entre el cerebro y la mente. En particular, los niños pueden necesitar comprender que la mente (un constructo abstracto que metafóricamente

⁹ En nuestra opinión, este aspecto requiere de mayor indagación. Gelman, Coley y Gottfried (1994) señalan que para los niños de 4-5 años de edad la identidad de un objeto (vivo) se mantiene sólo si no se afecta “el interior”, es decir, para estos niños es más importante y definitorio el interior que el exterior (por ejemplo, un tigre al que se le destiñe la piel y se le cose una melena de león, sigue siendo, con todo, un tigre). Es decir, si se quitan cosas del interior cambia la identidad. No obstante, si únicamente se quita el cerebro, debe preguntarse porque para los niños de 4-5 años dicho órgano es esencial en el mantenimiento de la identidad del animal; o bien, si sólo es esencial cuando los niños, con la edad, acceden a otorgarle al cerebro la función de “contenedor de pensamientos”. En ese caso, tal vez un “cambio de cerebro” conlleve un cambio en la identidad.

“contiene” otros constructos abstractos tales como pensamientos) está separada pero es dependiente del cerebro.

Los hallazgos de las investigaciones anteriores (Watson *et al.*, 1998; Gottfried *et al.*, 1999) muestran, en general, que los niños pequeños realizan una distinción ontológica (en el sentido planteado por Gelman, 1996) entre fenómenos mentales/psicológicos y corporales/biológicos y, por tanto, los procesos causales tal vez sean vistos como distintivamente diferentes para entidades mentales, físicas y biológicas. Como lo señalan Notaro, Gelman y Zimmerman (2001), respecto de la distinción de los procesos mentales y corporales, los preescolares (1) comprenden que los procesos corporales como la digestión o la respiración, no pueden modificarse como resultado de factores psicológicos tales como los deseos. (2) Juzgan que la enfermedad puede ser el resultado de factores físicos, pero no sociales; por ejemplo: un chico se puede enfermar por comer alimentos que estén caducos, pero no por comer alimentos robados. (3) Pueden distinguir entre estados mentales y procesos biológicos involuntarios; por ejemplo, saben que los latidos del corazón no están bajo control consciente.

Con base en este conjunto de argumentos, el trabajo de Notaro *et al.* (2001) se enfoca en examinar cómo razonan los niños sobre fenómenos que atraviesan los dominios ontológicos (inter-dominios). De manera concreta, comparan la comprensión de los niños sobre los eventos psicogénicos (inter-dominio), con su comprensión de los eventos psicológicos o corporales (intra-dominio). A saber, una reacción psicogénica tiene una causa psicológica, pero un resultado físico. Dicha reacción es de interés dada su ontología dual (es a la vez psicológico y físico). Dicen estos autores que entre las ventajas de utilizar las reacciones corporales psicogénicas, se encuentran que son fenómenos en los que realmente interactúan los factores psicológicos y físicos; tienen una base empírica clara y son relativamente comunes y, por último, sus componentes son bastante simples y pueden ser comprendidos individualmente incluso por los niños más pequeños. De esta manera, el estudio examina las interacciones entre cuerpo y mente, no las interacciones entre mente y biología. Sólo se consideran los casos en los cuales los estados mentales son causas y los estados corporales son efectos, no

viceversa. A los sujetos (de 4 a 11 años de edad y adultos universitarios) se les plantearon cuatro grupos de preguntas, como las siguientes.

Tipo de ítem:	Psicogénico	Psicológico	Físico	Moral
Premisa:	Si un evento psicológico puede causar un evento físico.	Si un evento psicológico puede causar un evento conductual.	Si un evento físico puede causar un resultado físico.	Si una trasgresión moral puede causar un resultado físico de salud.
Ejemplo:	"Jake se sentía preocupado. ¿Tu crees que Jake podría tener dolor de estómago porque se sentía preocupado?"	"Paul se sentía preocupado. ¿Tu crees que Paul se podría haber comido las uñas porque se sentía preocupado?"	"John se comió una manzana podrida. ¿Tu crees que John podría tener dolor de estómago porque se comió una manzana podrida?"	"Mark no limpió después de ensuciar. ¿Tu crees que Mark podría tener dolor de estómago por no limpiar después de ensuciar?"

Los resultados obtenidos apoyan un patrón del desarrollo que parte de ver las reacciones corporales psicogénicas como un fenómeno físico, a considerarlas un fenómeno físico y psicológico. Las respuestas de los niños parecen reflejar la creencia de que las dolencias corporales no pueden ser resultado de una causa psicológica. Estos resultados (Notaro *et al.*, 2001), se suman a los hallazgos que muestran la distinción que hacen los niños de los fenómenos físicos y psicológicos cuando es apropiado. Sin embargo, cuando consideran fenómenos en los que los dominios interactúan, los niños pequeños continúan negando las interacciones inter-dominio. En sentido estricto, a pesar de que estos datos sugieren que los niños distinguen mente y cuerpo, todavía no está claro si es que construyen esas condiciones corporales como biológicas ni si son capaces de separarlas cuando interactúan.

Los estudios anteriores (Gottfried *et al.*, 1999; Watson *et al.*, 1998; Notaro *et al.*, 2001) remarcan los hallazgos de Inagaki y Hatano (1993) en el sentido de que los niños de 6 años comprenden la distinción mente-cuerpo. Es decir, reconocen que

las actividades de los órganos del cuerpo son independientes de las intenciones de una persona. Por ejemplo, en una tarea de modificabilidad, se les preguntó a los niños si cada una de las características presentadas (véase el Experimento 1) era modificable y, de ser así, por qué medio. Los ítems para las características corporales inmodificables conciernen al color de los ojos del niño y al género. Por ejemplo: "Taro tiene los ojos negros. Los quiere tener azules. ¿Puede hacerlo? ¿Cómo puede hacerlo?" Los ítems para las características corporales modificables, consideraron la velocidad al correr y el peso corporal: "Taro es un corredor lento. Él quiere ser rápido, ¿puede hacerlo?" Los ítems para las características mentales modificables, se centraron en la tendencia a olvidar las cosas y la naturaleza irascible. Por ejemplo: "A Taro se le olvidan las cosas. Quiere librarse de esa tendencia, ¿puede hacerlo?" Mientras que la tarea de controlabilidad consistió de cinco ítems (respiración, actividad del corazón, actividad del estómago, somnolencia y peso corporal). En los primeros cuatro, los niños fueron interrogados sobre si las actividades orgánicas pueden ser controladas por su intención o deseo. En el último ítem, se les preguntó a los niños acerca de si el deseo o la dieta diaria, determinaría el peso corporal. Para ello, se presentó un dibujo con dos niñas gemelas idénticas cuyas expectativas de peso corporal y cantidades de comida ingerida eran contradictorias.

Los resultados de Inagaki y Hatano (1993) muestran que no sólo los niños de 5 años de edad, sino también los de cuatro años diferencian bien entre los tres tipos de características (corporales modificables e inmodificables y mentales modificables), en términos de su modificabilidad. Las justificaciones para "habilidades por modificar" también revelan que los niños de 4 y 5 años, reconocen que se necesitan diferentes medios para modificar características mentales y corporales. La mayoría de los niños que reconocieron la modificabilidad de las características corporales, contestaron que las modificaciones podían ser hechas por medio de la práctica física, como más ejercicio y dieta, mientras que ninguno aceptó prácticas semejantes como medios para modificar las características mentales. Mientras que en la tarea de controlabilidad, los niños de ambos grupos de edad (4 y 5 años) reconocieron que parar de respirar, o parar el latido del corazón, está más allá de su control.

En cuanto al tipo de explicaciones, se encontró (véase Experimento 2) que en el caso de fenómenos psicológicos los niños de 6 años de edad, así como los de 8 años y los adultos prefirieron las explicaciones causales intencionales a las vitalistas¹⁰. Mientras que para los fenómenos biológicos, prefirieron las explicaciones vitalistas a las intencionales. Los Experimentos 3 y 3A, obtuvieron básicamente los mismos resultados, es decir, muestran la misma tendencia de aplicación de causalidad diferencial que había sido encontrada en los niños de 8 años de edad, así como en los adultos.

En resumen, los datos aportados por el estudio de Inagaki y Hatano (1993) indican que incluso los niños de 6 años de edad comprenden la distinción mente-cuerpo. A saber, reconocen que las actividades de los órganos del cuerpo son independientes de las intenciones de una persona (Experimento 1). Asimismo, cuando se les presentan tres tipos de explicaciones causales, los niños de 6 años escogen las explicaciones vitalistas como plausibles de manera más frecuente, mientras que los de 8 años, las eligen como las segundas más plausibles, seguidas de las explicaciones mecanicistas. Por su parte, los adultos, predominantemente, escogen las explicaciones mecanicistas (Experimento 2). En cuanto a la diferenciación de dominios, los niños de 6 años estuvieron inclinados a escoger explicaciones causales vitalistas para fenómenos biológicos mientras aceptaron, predominantemente, explicaciones causales intencionales para fenómenos psicológicos (Experimentos 3 y 3A).

Es posible observar, en el conjunto de datos descritos, que el conocimiento de los niños se va haciendo más sofisticado a lo largo del desarrollo, lo cual está de acuerdo con las afirmaciones de Carey (1985) de que ocurre un cambio conceptual o reestructuración en la comprensión biológica entre los 4 y los 10 años de edad. Sin embargo, los autores que hemos presentado (Inagaki y Hatano, 1993; Watson *et al.*, 1998; Gottfried *et al.*, 1999; Notaro *et al.*, 2001) objetan que dicho cambio esté caracterizado por una diferenciación de lo psicológico a lo

¹⁰ Más adelante se analizarán los tipos de explicaciones vitalista (Inagaki y Hatano, 1993) y teleológica (Kelemen, 1999a y 1999b).

biológico, más bien, suponen, es por un cambio cualitativo dentro del dominio mismo de la biología.

Para Carey (1985) las concepciones de los niños acerca de las cosas vivas sufren un cambio radical a lo largo de los años escolares (*cambio conceptual radical*), lo cual implica la visión de un sistema conceptual discontinuo y, por tanto, el cambio de un sistema por otro (de una teoría psicológica a una biológica). En contraste, la visión de un cambio conceptual gradual (*enriquecimiento conceptual*) supone un sistema continuo, es decir, la elaboración gradual dentro de un sólo sistema (de una "teoría" biológica intuitiva y poco sofisticada a una "teoría" biológica cuantitativa y cualitativamente más sofisticada). A saber, la comprensión del niño no variaría a partir de la discontinuidad entre los sistemas, sino por la complejidad de los fenómenos o de los mecanismos causales implicados en ellos. Por ejemplo: los niños rechazan explicaciones de justicia inmanente (factor psicológico) como causa de la enfermedad; entienden que la contaminación puede involucrar partículas demasiado pequeñas como para ser vistas; comprenden que beber o ingerir comida contaminada causa enfermedades y que el contagio puede ser de persona a persona. Sin embargo, no se tiene la seguridad de que los niños pequeños (preescolares) integren esos conocimientos al servicio de un sistema biológico coherente de predicción y explicación causal (Solomon y Cassamites, 1999).

1.4 Las ideas de los niños sobre salud y enfermedad.

Eiser (citado en Meadows, 1994), considera que existe evidencia de que las creencias de los niños acerca de las causas y prevención de la enfermedad y sus definiciones de salud y comportamientos que ellos creen importantes para mantener la buena salud, se desarrollan en una secuencia sistemática y predecible. El fundamento de esta afirmación está en trabajos como los de Bibace y Walsh (1980), quienes describen, con base en las etapas piagetianas, los conceptos de salud y enfermedad. Dicha secuencia parte de una concepción global e indiferenciada hasta llegar a concebir la interacción entre los procesos fisiológicos y psicológicos. Por tanto, se supone que la comprensión de la

enfermedad, sus causas, su prevención y el tratamiento varía en diferentes etapas del desarrollo desde la infancia hasta la edad adulta. De acuerdo con Bibace y Walsh (1980), en las creencias infantiles acerca de la enfermedad existe una variación en el grado de diferenciación paulatino entre *el Yo* y *los Otros*. Es decir, según estos autores, los cambios que van de la centración a la descentración intelectual marcan cambios concomitantes en las concepciones acerca de la enfermedad. En este caso, uno de los criterios que plantean es la diferenciación progresiva entre lo interno y lo externo.

Las respuestas dadas por los niños (72 sujetos aglutinados en tres grupos de edad, 4, 7 y 11 años) fueron tipificadas como pertenecientes a tres tipos de explicaciones (preoperacionales, lógico-concretas y lógico-formales) con dos Niveles (0 y 1) cada una de ellas. Para los niños agrupados en el primer tipo de explicación (preoperacional), la principal causa de enfermedad es el contagio, aunque fueron citados Dios y otras causas externas; en el segundo tipo, la enfermedad surge a través de la contaminación mediante el contacto físico con la enfermedad, ya sea tragando o inhalando "algo". En el tercer tipo, la enfermedad es causada por un mal funcionamiento específico o el no-funcionamiento de un órgano interno o un proceso y, por último, con las funciones fisiológicas y psicológicas interactuando. Por ejemplo, en el Nivel 1 de las explicaciones preoperacionales, para el 54% de los niños de 4 años, la causa de la enfermedad se localiza en objetos o persona (contagio) próximas al niño pero que no lo tocan. Es decir, el lazo entre la causa y la enfermedad es por mera cercanía o de manera mágica. Mientras que en el Nivel 1 de las explicaciones lógico-concretas, para el 29% de los niños de 7 años y el 54% de los niños de 11, la enfermedad se localiza dentro del cuerpo aunque su causa sea externa. En este caso, el agente causal afecta al cuerpo mediante un proceso de internalización, ya sea tragándolo o inhalándolo.

En el mismo sentido, Perrin y Gerrity (1981) plantean que el desarrollo del concepto de enfermedad avanza, de simples respuestas globales y circulares en donde la enfermedad es definida únicamente por eventos externos o fenómenos sensoriales sin lazo causal con la enfermedad, a considerar la existencia de un

agente causal, y donde se concibe el cuerpo como un ente activo en el proceso (la enfermedad, por tanto, es una respuesta del cuerpo ante cierto agente causal). En el Nivel 6, por ejemplo, se describen de una forma más coherente los mecanismos internos que llevan a la enfermedad. Es decir, ahora se implican órganos y sistemas y se contemplan, asimismo, las disfunciones psicológicas como posibles causas de la enfermedad.

Los resultados obtenidos por Perrin y Gerrity (1981) muestran que los niveles (de 0 a 6) de respuesta aumentan conforme aumenta la edad (se estudiaron 128 sujetos desde el kindergarden hasta el octavo grado). Las respuestas categorizadas en los niveles 2 y 3, se dan el 75% de las veces en el kindergarden; mientras que las respuestas categorizadas en los niveles 5 y 6, aparecen el 47% de las veces en el octavo grado. Los niños de kindergarden y los de segundo grado, definieron la enfermedad sólo cuando se les pedía o se les daban signos externos de la enfermedad. Estos niños creen que se enferman por cierta acción concreta que hicieron o dejaron de hacer (elementos morales y autocastigo). Mientras que los niños de cuarto y sexto grados, definieron la enfermedad a través de múltiples síntomas concretos, no obstante, conciben el cuerpo como un ente pasivo sobre el cual las cosas actúan para causar o curar la enfermedad. Un tercio de los niños de octavo grado (ya dentro del periodo de las operaciones lógico-formales), comprenden la enfermedad como la manifestación de síntomas que son el resultado de una disfunción en las estructuras y sistemas fisiológicos internos. Por tanto, la enfermedad es definida en términos abstractos y el cuerpo concebido como un ente activo, así como también existe la idea de que pueden existir varias causas interrelacionadas que producen la enfermedad. Por último, un análisis general, permite suponer que los conceptos de causalidad aplicados a la enfermedad se encuentran muy asociados con aquellos sobre la causalidad física. Al parecer, sostienen los autores, el aumento en la comprensión infantil de la enfermedad es paralelo al aumento en la comprensión general, aunque la comprensión acerca de la enfermedad, es más tardía que la segunda.

Para otros autores (Simeonsson, Buckley y Monson, 1979), las concepciones de los niños acerca de la enfermedad, serían paralelas con otros índices del

desarrollo cognitivo tales como la conservación y la descentración. El trabajo de Simeonsson *et al.* (1979) analiza el desarrollo de los conceptos de la causalidad acerca de la enfermedad y de la muerte en niños hospitalizados de 5, 7 y 9 años de edad. Los índices de desarrollo fueron concebidos de acuerdo con la teoría piagetiana del desarrollo cognitivo: (1) global indiferenciado; (2) basado en reglas o concepciones concretas y (3) basado en principios abstractos y generalizables. Estos autores encontraron una correlación significativa entre la edad y la concepción de salud y enfermedad. Así, suponen que el desarrollo va de la fase global-indiferenciada a la de principios abstractos. Sin embargo, fueron pocos los sujetos de la muestra analizada que cayeron dentro de este tercer índice. Simeonsson *et al.* (1979), concluyen que la demostración de la concepción de la causalidad de la enfermedad está significativamente relacionada con las nociones de la causalidad en otros fenómenos. Este hecho sugiere que el desarrollo conceptual de los niños se caracteriza por una habilidad creciente de alejamiento del egocentrismo y un mayor razonamiento acerca de las experiencias físicas, sociales y personales.

El examen las concepciones de la enfermedad en los niños ha encontrado en la teoría piagetiana una rica fuente de interpretación de los resultados, asimilándolos a las fases de desarrollo cognitivo establecidas por Piaget. Así, para autoras como del Barrio (1988), en dichas concepciones "... se observan ideas de tipo preoperacional, lógico-concreto y lógico-formal, desde una noción del fenómeno general de la enfermedad centrada en índices singulares y externos, hasta una noción de la enfermedad como proceso biológico en el que intervienen factores internos y externos, y que posee rasgos fisiológicos y psicofisiológicos" (p. 210). Además, se puede observar que las explicaciones causales manifiestan un desarrollo acorde tanto con la edad como con la estructura de pensamiento operacional del periodo que atraviesa el niño. De este modo, el niño pasa de concebir la enfermedad "como estática, inmediata, externa, unívoca, mágica y anecdótica a concebirse como un proceso dinámico y secuencial, en el que la aparición de lo patológico y su superación resultan de factores internos y externos al sujeto, con una justificación de tipo abstracto que supera los casos particulares" (p. 213). En dicho proceso se observa, de manera interesante, una

progresiva implicación de los elementos internos del organismo para dar cuenta de los agentes causales o curativos. Es decir, es hasta los 10-11 años de edad cuando los sujetos llegan a conceptualizar la enfermedad como una entidad biológica (cfr. Carey, 1985).

Para Campbell (1975), la enfermedad es un fenómeno que encierra un rol social y, como tal, puede servir para estudiar el proceso de adquisición de dichos roles (conductas relacionadas con las actividades del enfermo y el cuidador). De esta manera, examinó cómo evolucionan y cambian las visiones de la enfermedad considerando dos aspectos del proceso de adquisición: la similitud cada vez mayor con los conceptos adultos y los cambios evolutivos ligados con la edad. En este sentido, puede observarse que las concepciones de los niños de mayor edad (12 años) poseen mayor semejanza con las de los adultos. (Sin embargo, aunque las definiciones entre madres e hijos puedan ser compartidas, la posibilidad de que la perspectiva materna sea la influencia determinante no está sustentada por los datos.) Este autor, llamó "sofisticación conceptual" al mayor acercamiento de las definiciones infantiles con las del adulto (fundamentalmente las que tiene la madre), y consideró que este avance en la concepción de la enfermedad está ligado tanto a la edad como al grado escolar en una relación directamente proporcional. Es decir, si bien la historia clínica del niño afecta el nivel de sofisticación de sus respuestas, este efecto no es directo ni aditivo sino que está supeditado a la edad. Asimismo, las respuestas de los sujetos se van alejando de las definiciones basadas en sensaciones de estados hacia aquellas que aumentan la precisión de los síntomas y contemplan aspectos psicosociales de la enfermedad. Por último, los datos muestran que el concepto de enfermedad de los niños se enriquece con la enfermedad, pero la extensión en la cual lo hacen, puede ser contingente con su nivel de desarrollo cognitivo.

Por su parte, Hagenrather y Rabinowitz (1991) estudiaron el conocimiento que tienen los niños de la enfermedad desde la perspectiva teórica del dominio específico. Sus resultados muestran que niños de diferentes edades organizan de diferente forma sus conocimientos "médicos"; sobre todo, en el sentido de que los niños mayores recurren a conceptos relacionados directamente con la

enfermedad para explicarla, mientras que los más pequeños lo hacen mediante otro tipo de conceptos, por ejemplo, sociales. Asimismo, los resultados indican que los niños de 6-7 años tienden a concebir una única causa para todas las enfermedades, es decir, creen que todas las enfermedades son contagiosas. No obstante, con la edad, el conocimiento acerca de las enfermedades se incrementa, trayendo como consecuencia que se incluyan otras causas. Así, los conceptos de los niños cambian de centrarse inicialmente en factores comportamentales a la idea de que el contagio es la única causa de la enfermedad para, finalmente, incluir múltiples causas.

Siendo un elemento importante en la comprensión que los niños tienen de la enfermedad, también Stegal (1988) investigó las ideas de los niños sobre la contaminación y el contagio, pidiéndoles que juzgaran lo que dicen otras personas (un títere u otro niño) sobre por qué tuvieron gripe, dolor de muela o se rasparon una rodilla. Sus resultados indican que los niños de 4 años muestran un conocimiento substancial tanto del contagio como de la contaminación: ellos sabían que el contagio era un buen ejemplo para explicar el catarro pero malo para explicar la rodilla raspada. Asimismo, creían que la leche en la que había caído una cucaracha o un cepillo sucio ya no era "segura" para tomar, es decir, estaba contaminada.

Como lo hemos mencionado anteriormente, una cuestión importante para decidir si los niños pequeños atienden a los fenómenos de un dominio es la diferenciación que hagan respecto de otros dominios. En el caso de las causas de la enfermedad, faltaría constatar, específicamente, si los niños atienden a considerarla un proceso fisiológico que ocurre en entidades biológicas, pero sin relación con otros factores, por ejemplo, morales (portarse mal). En este sentido, de acuerdo con Bibace y Walsh (1981), los niños menores de 6 años explican las causas de la enfermedad en términos de temporalidad inmediata o relaciones físicas. Por ejemplo, dicen que los resfriados son transmitidos de forma mágica o por el sol, los árboles o Dios. Así, por un lado, la enfermedad quizá sea vista como una forma de castigo que inevitablemente le sigue al pecado o a la trasgresión y, en este sentido, los niños tienen una concepción de la enfermedad relacionada

con la justicia inmanente (immanent justice). Por el otro, quizá toda enfermedad sea vista como contagio (cfr. Hagenrather y Rabinowitz, 1991), ya que para los niños pequeños tanto el dolor de cabeza como el resfriado pueden ser transmitidos por el contacto con una persona enferma.

Los resultados de los estudios sobre el conocimiento acerca del contagio y la contaminación como causas de la enfermedad son bastante divergentes y requieren la evaluación de la comprensión que tienen los niños de las funciones corporales internas y sus consecuencias. A diferencia de los datos aportados por Bibace y Walsh (1981), la evidencia dada por Siegal (1988) muestra que muchos preescolares pueden identificar el contagio y desestimar la justicia inmanente como una explicación para los resfriados. De esta manera, pueden comprender que una raspadura de rodilla no es una enfermedad contagiosa. Sin embargo, otros estudios han concluido que los niños pequeños no comprenden el contagio y la contaminación como causas de la enfermedad, pero sí expresan una creencia en la justicia inmanente. Kister y Patterson (1980) han reportado datos que son consistentes con este supuesto. A los niños se les contaron historias sobre un niño malo el cual desarrolló un resfriado, dolor de muelas o raspadura de rodilla y se les preguntó si la mala conducta era la causa de la enfermedad. Los niños de preescolar extendieron la explicación del contagio e incluyeron el dolor de muelas y la raspadura de rodillas. Incluso, muchos niños de segundo grado dieron respuestas de justicia inmanente para la enfermedad. Por tanto, Kister y Patterson (1980) consideran que la creencia de los niños en la justicia inmanente puede estar asociada con la falta de conocimiento acerca del contagio. Pero, asimismo, sugieren que los niños pequeños pueden tener un conocimiento substancial del contagio y la contaminación como causas de la enfermedad sólo en casos en donde ellos hayan tenido una experiencia personal.

Para Rozin *et al.*, (1985), los niños pequeños no entienden fácilmente las bases microscópicas del contagio. En este estudio, un experimentador introdujo sustancias tales como un peine usado y un saltamontes en el interior de un vaso con jugo. Cuando se les pedía que lo tomaran, un número considerable de sujetos de 4 a 6 años lo hicieron. Sobre esta base, se ha concluido que los niños

pequeños no comprenden el contagio y la contaminación como causas de la enfermedad. Sin embargo, mientras que en el experimento de Rozin *et al.* (1985), los niños pequeños no comprendían con facilidad la naturaleza microscópica de la contaminación; la mayoría de los niños preescolares en los experimentos de Siegal (1988), no estaban dispuestos a declarar que un vaso de leche era inocuo después de que una sustancia extraña hubiera sido extraída de él. Aunque, por otro lado, no sería extraño que una parte de la discrepancia pueda deberse a los diferentes métodos y sustancias extrañas (estímulos) empleadas en ambos estudios.

Si es cierto que los niños achacan cierta clase de comportamientos como la causa de la enfermedad (justicia inmanente); entonces, tal vez estén confundiendo entidades psicológicas y biológicas. Sin embargo, eso no explica la manera en la cual conciben los agentes causales de la enfermedad. De acuerdo con Keil (1992), “Uno de los más salientes fenómenos asociados con algunas enfermedades es el contagio... Una forma de explorar la naturaleza especial del contagio biológico es examinar qué clases de síntomas son considerados contagiosos. Cualquier grupo de creencias acerca del contagio biológico debe considerar solamente algunas enfermedades; en general, sólo aquellas que posean elementos fisiológicos” (p. 119). En nuestra opinión, esta es una cuestión que debe tomarse en cuenta respecto de cómo interpretar el conocimiento que poseen los niños acerca de la enfermedad. Por un lado, existe evidencia que apunta en el sentido de que los niños de kindergarden diferencian entre las estructuras internas de los artefactos y las clases biológicas, asimismo, es posible que lleguen a saber que, por ejemplo, los gérmenes son entidades vivas que se mueven y reproducen dentro de nuestro organismo pero, eso es diferente de tener una idea clara de cómo es que enferman. Es decir, tal vez suponen que lo hacen porque son cuerpos extraños al organismo, pero no porque su dinámica biológica implique una interacción con el organismo que conduzca a la enfermedad.

Con todo, el hecho de que los niños de 4-6 años consideren los gérmenes como causa de la enfermedad, parece retar la afirmación de que ellos la explican desde entidades psicológicas (justicia inmanente). Y, por otra parte, si bien acceso a las

concepciones de tipo fisiológico sólo parece posibilitarse a partir de los 11 años (Simeonsson *et al.*, 1979; Bibace y Walsh, 1980; Perrin y Gerrity, 1981; del Barrio, 1988), es posible que las concepciones erróneas que sostienen los niños pequeños sean producto del conocimiento incipiente que poseen, pero no estar basado en una confusión de entidades.

A diferencia de los datos obtenidos por Keil (1992), los de Solomon y Cassimatis (1999) [fundamentalmente los estudios 4 y 5], muestran que la mayoría de los niños de preescolar no consideran que los microbios sean elementos vivientes (aunque es probable que algunos niños pequeños estén comenzando a comprenderlos como cosas vivientes; por ello, la incompletud de ese conocimiento, es lo que se exploró en los experimentos llevados a cabo), ni les atribuyen propiedades que los distingan de "elementos tóxicos". En este sentido, los juicios de los preescolares acerca de la enfermedad sugieren que ellos aún no consideran los microbios en sus creencias acerca de la enfermedad ni en su relación con la dinámica orgánica; sin embargo, a lo largo del desarrollo, parece claro que los niños llegan a comprender ciertos procesos corporales antes de comprender otros. Por ejemplo, muestran una buena comprensión de fenómenos como la alimentación y el crecimiento en términos de una teoría causal de la biología, antes de que comprendan la complejidad de fenómenos como las propiedades de la herencia o el papel de los microbios en la enfermedad (Inagaki citada en Solomon y Cassimatis, 1999). Tal vez, entonces, puede afirmarse que los preescolares tienen un conocimiento sofisticado, aunque incompleto, de ciertos hechos causales concernientes a la contaminación, los microbios, los síntomas y el contagio.

Kalish (1997) sostiene que existe evidencia de que los niños comprenden que la contaminación es causa de enfermedades por la acción de "entidades invisibles" que entran en contacto con la comida o el cuerpo. Esto, sin lugar a dudas concierne a las fuentes de la contaminación, sin embargo, deja de lado un aspecto crucial: el conocimiento acerca de cómo los contaminantes afectan el cuerpo. Por ello, para este autor es importante examinar si los niños preescolares

comparten la intuición adulta de que la contaminación tiene efectos diferentes en la mente y el cuerpo.

Mientras que para Inagaki y Hatano (1993) el hecho de que los niños pequeños diferencien entre estados intencionales y no-intencionales demuestra que distinguen entre fenómenos psicológicos y biológicos. De acuerdo con Kalish (1997), un problema con esta formulación es que los adultos no reconocen los estados psicológicos en el sentido estricto de la intencionalidad. Por ejemplo, uno no puede elegir cuando estar triste, por lo que para los adultos la distinción voluntario/involuntario no refleja la distinción mental/no-mental. Pero puede ser que para los niños lo mental/no-mental corresponda a intencional/no-intencional. En este sentido, si los niños distinguen la naturaleza psicológica de las emociones, como la tristeza, de la naturaleza física de la enfermedad, pueden creer que la primera es intencional mientras que la segunda no. Mientras que si no tienen una concepción de la biología separada de una teoría de la conducta, entonces, pueden tratar ambas como intencionalmente controlables. Para responder a estas cuestiones, se les pidió a los niños (de 3:4 y 4:7 años) de este estudio (Kalish, 1997; Experimento 1) juzgar si una persona podía elegir dejar de estar triste o enferma solamente con quererlo. Los resultados muestran que los niños reconocen que existen condiciones que pueden alterarse voluntariamente a través de procesos puramente mentales y otras que requieren alguna acción física para mediar entre la intención y el cambio. Es decir, juzgaron que la tristeza y la enfermedad no eran intencionales y eran necesarios medios físicos para efectuar cambios en dichos estados. En el Experimento 2, se les presentaron historias en donde los personajes comían o no algo contaminado, y sabían o no, sobre dicha contaminación. En este caso, algunos de los niños distinguieron entre la aversión achacada a los personajes cuando sabían que la comida estaba contaminada de enfermarse por comer comida contaminada, mientras que otros niños dieron respuestas incorrectas.

Una suposición que podría hacerse, es que las nociones acerca de la enfermedad necesitan del asidero de una comprensión del funcionamiento corporal. Como lo expresa Keil (1992), los gérmenes son solamente entidades extrañas en el cuerpo

de las personas, pero que no interactúan con él. Es decir, el hecho de que se tenga alguna idea acerca de los gérmenes, no garantiza que se tenga alguna idea de la dinámica orgánica. Tal vez esa sea la razón por la cual las ideas más elaboradas y sofisticadas acerca de la enfermedad aparecen tardíamente (Simeonsson *et al.*, 1979; Bibace y Walsh, 1980; Perrin y Gerrity, 1981; del Barrio, 1988). Es decir, una comprensión adecuada de la enfermedad parecería estar relacionada, de manera directa, con el desarrollo de nociones fisiológicas más precisas y sofisticadas.

Como prueba de lo anterior, en el Experimento 3, Kalish (1997) introduce como variable el tiempo en el cual la aversión o la enfermedad podrían aparecer. Considerando que aun y cuando los niños no tengan la concepción adulta acerca de la enfermedad, ellos podrían reconocer que algunos procesos corporales internos median entre el contacto con algún contaminante y la enfermedad. Es decir, entre otras cuestiones, la comprensión biológica debe involucrar la creencia de que la enfermedad es un resultado tardío. Los datos obtenidos revelan que muchos de los niños pueden no entender que hay procesos corporales que ocurren entre el contacto de los contaminantes y la enfermedad. Por ejemplo, mientras que los niños de ambas edades (3:4 y 4:7 años) distinguieron entre resultados inmediatos (aversión) y tardíos (enfermedad), los de mayor edad lo hicieron de manera más consistente. Pero también hubo algunos casos en los cuales los niños consideraron la enfermedad separada de la causa.

En general, podría decirse que los niños preescolares reconocen que la reacción al contagio es parte del mundo físico más que del mental. La enfermedad depende del contacto físico con contaminantes mientras que el estado mental del agente no afecta este proceso. Es decir, la enfermedad es el producto de eventos físicos y, la aversión, producto de eventos mentales. Puede, por tanto, sugerirse que incluso los niños pequeños comprenden las bases físicas de la contaminación; por ejemplo, la comida puede contaminarse mediante partículas físicas invisibles de sustancias nocivas. Lo cual, a la vez, indica que los niños reconocen que es necesario el contacto físico con comida contaminada para que se produzca la enfermedad, así como es probable que consideren que los contaminantes son

transferidos de la comida a las personas de alguna forma. Sin embargo, la creencia respecto de que la enfermedad sigue de forma inmediata al contacto con la comida contaminada, parece indicar que tienen una escasa comprensión de lo que sucede dentro del cuerpo después del contacto con contaminantes al suponer, específicamente, que la contaminación es la transferencia de material físico.

1.5 El concepto de muerte que tienen los niños.

La literatura acerca del concepto de muerte que tienen los niños es predominantemente descriptiva y los hechos no son del todo consistentes. Sin embargo, el principal punto que emerge es que la idea de la muerte como término del ciclo vital, inevitable y universal no se expresa sino hasta los 8 o 9 años de edad (Speece y Brent, 1984; Orbach, Glaubman y Berman, 1985; Lazar y Torney-Purta, 1991). Se dice que los niños por debajo de los 5 años carecen de la comprensión de que la muerte es universal para todos los seres vivos y que significa un fin irreversible para todas las funciones del cuerpo. Así, niegan que vayan a morir, o dicen que una persona muerta puede revivir si se toman las medidas adecuadas, o que la vida continúa a un nivel reducido de acción (no está muerto, está durmiendo).

Nagy (1948) realizó un estudio con niños húngaros de 3 a 10 años y encontró tres estadios de desarrollo. En el primero, los niños de 3 a 5 años no reconocen la irreversibilidad del proceso y la comparan con el sueño. En el segundo, para los niños de 5 a 9 años, la muerte es personificada e identificada con el muerto. Finalmente, en el tercero, de los 9 a los 10 años, la muerte es un proceso que ocurre de acuerdo con ciertas leyes, existe la cesación de funciones corpóreas y es de carácter universal. De igual manera, Childers y Wimmer (1971) realizaron una investigación con niños y niñas de 4 a 10 años con el fin de analizar si el concepto de muerte, considerado como universal e irrevocable, era independiente de la edad y si eran conscientes de la muerte independientemente de sus sentimientos. Estos autores encontraron que la universalidad era dependiente de la edad y del desarrollo cognitivo, mientras que la irrevocabilidad era

independiente de la edad. Asimismo, no se encontró ningún cambio significativo sino a partir de los 10 años. (El hecho de que esta edad marque el nacimiento de una teoría netamente biológica como lo menciona Carey [1985], es importante dado que permite fijar la temporalidad de un posible cambio conceptual.)

De acuerdo con Speece y Brent (1984), los componentes irreversibilidad, no-funcionalidad y universalidad son constitutivos del concepto de muerte. Los resultados acerca de la irreversibilidad muestran que algunos niños a veces insisten sobre el carácter temporal y reversible de la muerte. Para esos niños las cosas muertas regresan a la vida espontáneamente como resultado de una intervención médica, después de comer, después de beber agua, por magia, a través de un deseo o al rezar. Dichos niños tienden a ver la muerte como sueño, como un viaje (del cual se puede retornar). Además, el hecho de que muchos niños mencionen los medicamentos como un medio para volver a la vida, sugiere que la muerte es vista como una especie de enfermedad. Respecto de la no-funcionalidad, puede ser que los niños no entiendan que la muerte envuelve una cesación de toda función vital dado que, en general, los niños piensan que en una cosa muerta se suspenden las habilidades no cognitivas, sin embargo, de alguna manera prevalecen.

Sobre la universalidad, los niños creen que hay ciertas acciones que pueden hacer que regrese algo muerto, o bien, que existe cierta clase "especial" de personas que no mueren. En resumen, el estudio de Speece y Brent, (1984) arroja resultados en cuanto a las etapas en que son adquiridos y entendidos los tres conceptos relacionados con la muerte; asimismo, son notorias las distintas nociones que se tienen en cada etapa. De manera característica, los niños pequeños tienden a pensar que la muerte es reversible, que los organismos muertos pueden desempeñar algunas funciones propias de la vida y que algunos seres están exentos de morir. Al igual que otros estudios, se considera que casi todos los niños adquieren las tres nociones relacionadas con la muerte a la edad de siete años.

Para Orbach *et al.*, (1985), la edad, el nivel cognitivo y la ansiedad afectan la adquisición del concepto de muerte. Cuando un niño inteligente pero ansioso se enfrenta a una situación estresante como la muerte, él se defiende a sí mismo distorsionando su concepto, mientras que uno menos inteligente pero con la misma ansiedad, resulta menos afectado en su concepto de muerte porque aún no la comprende. No obstante, un efecto mayor en la adquisición de la conceptualización de “muerte” parece devenir del siguiente hecho: si bien vida y muerte son procesos biológicos comunes para todas las formas de vida, los niños llegan a comprender el concepto de muerte específicamente en humanos pero no en otros seres tales como animales y plantas (véase Carey, 1985). Esto reflejaría, por un lado, la falta de entendimiento de un proceso más amplio que incluye otras propiedades (nacer, crecer, etcétera) y, a la vez, la aplicación del atributo “morir” a los objetos bióticos.

Por su parte Lazar y Torney-Purta (1991), consideran que son cuatro los componentes implicados en el concepto de muerte: irreversibilidad, cesación, causalidad e inevitabilidad. La cesación de funciones, parecería ser un componente complejo, tal vez porque requiere de un mayor conocimiento biológico (funcionamiento fisiológico), y un nivel elevado en la habilidad del lenguaje que puede ser necesario para explicar todos los aspectos de la cesación. Al estudiar el posible conocimiento estructurado en el desarrollo de los componentes implicados en el concepto “muerte”, se observó que los primeros en aparecer fueron los de irreversibilidad e inevitabilidad y que su desarrollo no está condicionado el uno por el otro.

Respecto de la causalidad, Smilansky (en Lazar y Torney-Purta, 1991) considera que el conocimiento sobre las causas de la muerte puede significar el inicio de la habilidad para considerar características tales como la edad avanzada. Sin embargo, los signos típicos identificados con la vejez, como las canas o arrugas, no son reconocidos en los animales. Asimismo, para los niños, por ejemplo, la debilidad puede asociarse con la enfermedad más que con la edad avanzada. En sentido estricto esto quizá implique, por un lado, una falla en el conocimiento de aquellos estados potencialmente causales de muerte y en la comprensión de que

cualesquiera que ellos sean (vejez o ciertas enfermedades), conducen a la cesación de las funciones vitales. Por el otro, una falla en la aplicabilidad de las causas de la muerte a todos los seres vivos

En sentido estricto, de manera similar a la argumentación seguida en el estudio de las concepciones acerca de la enfermedad, el componente principal para la comprensión del concepto “muerte”, parece ser el de no-funcionalidad (Speece y Brent, 1984) o, con idéntico significado, el de cesación de funciones corporales (Lazar y Torney-Purta, 1991). Como lo mencionan Slaughter, Jaakkola y Carey (1999), no se puede comprender la muerte como la cesación, o el colapso, del funcionamiento corporal, a menos que se tenga una comprensión de las funciones orgánicas. Ni puede comprenderse como el fin inevitable del ciclo de vida de los seres vivos sin los conceptos de vida y ciclo vital. Existe evidencia, señalan estas autoras, de que aproximadamente a los 6 años de edad, los niños construyen una teoría biológica enmarcada en una tendencia vitalista, organizada alrededor de creencias como “fuerza vital”. Antes de esa construcción, los niños carecen de un concepto biológico de vida, no unifican animales y plantas dentro de una misma categoría, no tiene sentido para ellos el término “ciclo vital”, ni comprenden el papel del funcionamiento orgánico en el mantenimiento de la vida. Por tanto, la construcción de una biología vitalista permite la coalescencia de animal y planta dentro de una misma categoría, así como un re-análisis del concepto “muerte” que deja de ser lo opuesto a vida, para ser parte de una relación específica (su fin).

En un estudio llevado a cabo por Slaughter y Lyons (2003), 60 niños de 3:07 a 5:08 años de edad, cualificados como “teorizantes de la vida” y “no-teorizantes de la vida”, dieron respuestas diferenciadas tanto en torno del funcionamiento orgánico como de la muerte. Los niños quienes razonaron acerca de las funciones del cuerpo humano en términos del concepto biológico de vida, lo hicieron frecuentemente con una adecuación específica en cuanto al conocimiento funcional de las partes vitales del cuerpo. Los teorizantes de la vida mencionaron que únicamente los seres vivos son capaces de morir, y únicamente las cosas no-vivas son incapaces de morir. Los teorizantes de la vida también puntuaron más

alto en el componente “causalidad” del concepto de muerte. Por tanto, la diferencia entre “teorizantes de la vida” y “no-teorizantes de la vida” parece ser la adopción de un marco biológico vitalista.

De acuerdo con Slaughter y Lyons (2003), la adopción de un modo vitalista de construcción en los años preescolares sirve para organizar el conocimiento de los niños y, además, facilitar el aprendizaje. Es decir, los niños que han construido un marco vitalista comprenden que hechos como comer o que el corazón bombee sangre, están relacionados con el objetivo biológico de mantener la vida. Esto puede comprobarse en el hecho de que la transición de los no-teorizantes de la vida a un modo de construcción vitalista, respecto del funcionamiento del cuerpo humano, se acompaña de un desarrollo en el conocimiento factual acerca del cuerpo humano lo cual, a la vez, cambia la comprensión de los niños sobre la naturaleza de la muerte. Es decir, estos niños llegan a mostrar un incremento significativo sobre algunos componentes del concepto de muerte: la muerte es irreversible, la muerte es inevitable y aplicada únicamente a las cosas vivas mientras que, por el contrario, las personas muertas no necesitan agua, comida, aire, etc. Por tanto, la muerte se concibe como un fenómeno biológico comprendido en el contexto del funcionamiento vital del cuerpo y los ciclos de vida de los seres vivos.

En otras palabras, el modo de construcción vitalista, adoptado por los niños alrededor de los 5 o 6 años de edad, suministra la creencia de que el objetivo del funcionamiento del cuerpo es mantener la vida. Con esta creencia vitalista, los niños teorizantes de la vida están en posición de hacer nuevas inferencias: las funciones del cuerpo mantienen la vida; la muerte implica la cesación de toda la actividad normal del cuerpo (comer y respirar); la muerte es aplicada a todas las cosas que están dotadas de vida; la muerte puede ser causada, finalmente, por alguna ruptura en el funcionamiento del cuerpo. En fin, la construcción de un marco vitalista hace que los conceptos acerca de las funciones del cuerpo humano, la vida y la muerte estén coherentemente interconectados.

La parte sustancial del trabajo de Slaughter y Lyons (2003) establece que la adopción de un marco vitalista está asociada con desarrollos importantes en el aprendizaje de los niños pequeños acerca del cuerpo humano, el cual promueve, a la vez, cambios en su razonamiento acerca de la muerte humana (reformulando los conceptos). Esto ocurre porque la adquisición de este nuevo marco, permite buscar nueva información y trazar nuevas inferencias a partir de hechos aprendidos previamente. Sin embargo, los efectos de aprendizaje expuestos en este estudio, están limitados a la red de conceptos cuerpo humano/vida/muerte. Como lo señalan estos autores se requiere todavía comprobar que la adopción de un modo de construcción vitalista tiene un impacto sobre el aprendizaje de otros fenómenos biológicos como la enfermedad. Pero, sin lugar a dudas, es promisorio a la idea de que un marco teórico guíe las ideas de los niños acerca de los fenómenos y objetos biológicos.

CAPÍTULO II

EL CONOCIMIENTO DE LAS FUNCIONES CORPORALES

2.1 *La perspectiva de Susan Carey.*

Como fue mencionado en el Capítulo I, para Carey (1985) el conocimiento biológico surge, inicialmente, de un modelo psicológico y, por consiguiente, las explicaciones tempranas sobre los fenómenos biológicos (y, por tanto, de las funciones fisiológicas) se dan en términos de actividades e intenciones humanas. En este sentido, funciones orgánicas tales como comer, respirar y dormir, son concebidas como actividades organizadas socialmente. Por ejemplo, "comer" incluye información sobre los modales, qué tipo de alimentos se deben comer y a qué hora (desayuno, comida y cena), así como también saber que el alimento se pone dentro de la boca y se traga, que después de comer uno se siente lleno y así sucesivamente. En resumen, para los niños pequeños (3-5 años), el acto de comer se explica en términos de intención: la gente come porque es hora de cenar o porque quieren crecer fuertes. Mientras que, posteriormente, los niños de mayor edad (9-10 años) son capaces de discriminar entre intención y función, entre lo biológico y lo psicológico y, por ende, podría afirmarse que poseen un conjunto de datos mejor integrados y más principios explicativos.

Se encuentra evidencia de que a la edad de 3 años, los niños pequeños ya han aprendido a señalar sus manos, dedos, cara, vientre, espalda, etc. Es decir, conforman una imagen de sí mismos y un conocimiento de su propio cuerpo (Ajuriaguerra, [1973] 1983). Además, saben que una raspadura en la rodilla produce sangre, pero sólo cuando empiezan a ir a la escuela (o mediante la información proporcionada por sus padres u otros mediadores), la mayoría de los niños llegan a saber que sus cuerpos contienen cerebro, huesos, sangre y corazón, aunque también, algunos tienden a pensar que su estómago (o el organismo en general) contiene residuos identificables de su comida favorita (Crider, 1981). Asimismo, saben de las funciones que llevan a cabo algunos

órganos; por ejemplo, en un estudio acerca de las ideas que tienen los niños (de 5 a 11 años) y los adultos sobre la mente y el cerebro (Johnson y Wellman, 1982), se indagó si para ellos el cerebro estaba o no involucrado en una serie de actividades. Los resultados mostraron que todos los niños pudieron decir donde se encontraba dicho órgano y, al igual que los adultos, estuvieron de acuerdo en que éste se necesitaba para realizar actividades mentales tales como el pensar y el recordar. No obstante, los niños más pequeños negaron la vinculación del cerebro en el acto de caminar. De acuerdo con ellos, para llevar a cabo dicha actividad sólo se necesitan los pies. Con todo, puede decirse que conforme los niños van creciendo las relaciones entre las partes del cuerpo incrementa más allá de la periferia; por ejemplo, para los preescolares “comer” involucra la boca y los dientes mientras que para los niños mayores incluye órganos como el estómago, la vejiga y el resto del sistema digestivo. Asimismo, alrededor de los 9 años, comienzan a mostrar conciencia sobre cierto tipo de transformaciones que ocurren dentro del cuerpo, tales como el proceso digestivo y la circulación de los nutrientes alrededor del cuerpo por medio de la sangre.

En general, el conjunto de la literatura sobre esta temática muestra que existe un mayor conocimiento de las funciones del organismo conforme aumenta la edad. Por ejemplo, los resultados del estudio de Munari, Filippini, Regazzoni y Visseur (1976), quienes examinaron las ideas espontáneas que tienen los niños de 5 a 13 años sobre el funcionamiento orgánico, muestran que el corazón es el órgano más referido por los sujetos (tal vez, comentan, porque sus movimientos son perceptibles). Sin embargo, paradójicamente, el cerebro, “un órgano silencioso”, ocupa el segundo lugar. Asimismo, el aparato más referido desde temprana edad es el circulatorio, seguido del digestivo y del respiratorio, siendo el aparato óseo el más tardío. La cantidad de los órganos representados y de sus conexiones para formar aparatos va aumentando y haciéndose más precisa conforme avanza el desarrollo, siendo los 9 años la edad en la cual se observa un cambio sustancial.

De acuerdo con Crider (1981), el conocimiento del interior del cuerpo sigue una secuencia a través de la cual se observa una progresiva diferenciación de las funciones corporales. Al mismo tiempo, se ha constatado un incremento en el

número de órganos reportados y un mayor grado de integración entre ellos (Glaun y Rosenthal, 1987). En otras palabras, a lo largo del desarrollo va incrementándose el número de órganos representados, al tiempo que se observa una localización cada vez más precisa de los órganos, así como una construcción progresiva de conexiones entre éstos (Amann-Gainnoti, 1986; León-Sánchez, 1993). Por ejemplo, Gellert (1962) les pidió a sus sujetos que listaran lo que ellos tenían dentro; posteriormente, les preguntó dónde se encuentran órganos como el corazón, estómago, hígado, pulmones, vejiga, nervios y huesos, cuál es el papel de cada uno y qué podría suceder si se careciera de ellos. Cada aspecto de las repuestas que dieron los sujetos muestra un incremento en el conocimiento biológico. De los 12 a los 16 años, se atestigua una elaboración sustancial en la comprensión de los niños del funcionamiento corporal, pero muchos de los cambios más notables aparecen entre los 4 y los 9 años. Ante la pregunta ¿qué es lo que se encuentra al interior de una persona?, el número total de órganos nombrados revela un patrón: de los 5 a los 8 años se nombran tres elementos mientras que de los 9 a los 10, la lista aumenta a 8 (entre los órganos reportados se encuentran estómago, pulmones, cerebro, músculos, sangre, riñones, vasos sanguíneos y vejiga).

Sin embargo, el aspecto más relevante de los cambios en el desarrollo se da en la naturaleza de las repuestas. Los niños más pequeños piensan los contenidos del cuerpo en términos de lo que ellos han visto entrar o salir. Por ejemplo, en el estudio de Crider (1981), una niña de 7 años dibuja "leche" en el interior del cuerpo. Dicha repuesta parece reflejar una concepción de "cuerpo vacío" (véase León-Sánchez, 1993), tal y como fue descrito por Fraiberg en 1959: "Los niños, hasta una edad bastante tardía, incluso los de 8-9 años, imaginan su cuerpo como un órgano vacío encajonado por la piel. Todo es *estómago* en su imaginación, un gran tubo hueco, el cual a intervalos está vacío o lleno de comida... Si se les pregunta *¿dónde está el estómago?*, los niños usualmente señalaran todo el interior en su dibujo. Y dado que los niños, en edades muy tempranas, han descubierto que si su piel es cortada o raspada la sangre aparecerá, ellos visualizan el interior de su cuerpo como una clase de reservorio en el cual la sangre, la comida y los desperdicios están de algún modo

contenidos” (Fraiberg citado en Carey, 1985, p. 43). En tal caso, parece que es sólo a partir de los 10 años cuando el interior del cuerpo comienza a ser concebido como compuesto por muchas partes diferentes (Gellert, 1962).

Un dato que quizá vaya en la misma dirección es la respuesta a la pregunta: *¿Cuál piensas que es la parte más importante de tu cuerpo?* De acuerdo con Gellert (1962), los niños más pequeños (4, 5 y 6 años) responden que son algunas partes externas del cuerpo (piernas, cabello, nariz, etc.) mientras que los más grandes (10 años) responden con partes internas del cuerpo y, además, justifican la importancia de su elección en términos de sus funciones biológicas. Pero, para Carey (1985), lo que muestran estos hallazgos es que los niños pequeños no conocen mucho acerca del interior de sus cuerpos, y no parecen aprehender las funciones de las partes internas del cuerpo. En suma, para Carey (1985), los datos de Gellert señalan dos cosas: la escasez del conocimiento de los órganos internos del cuerpo que tienen los niños pequeños y el gran progreso que se atestigua en las respuestas de los niños de 10 años.

En cuanto al tipo de diferenciaciones entre los componentes orgánicos que hacen los niños entre los 4 y los 11 años, Crider (1981) sostiene que los niños más pequeños no distinguen consistentemente el interior del cuerpo en sí mismo, ni en términos de las partes ni respecto de sus funciones. Por tanto, una diferenciación importante entre las propiedades totales del cuerpo [whole body] y las propiedades de sus partes internas marca la pauta de desarrollo. A saber, “las concepciones iniciales (preoperacionales) de las funciones del cuerpo deben tratar con estados relativamente globales... de la totalidad del cuerpo tal y como es percibido inmediatamente, sin una diferenciación clara entre lo interno y lo externo... En un nivel más alto (operacional concreto) deberían de estar claramente diferenciadas una variedad de estructuras y funciones. El concepto de funciones deberá estar dado en términos de movimientos coordinados en espacio y tiempo, relacionando diversos estados percibidos con algún otro. En un nivel más alto (operaciones formales), deberán de proponer transformaciones hipotéticas que den cuenta de las funciones del cuerpo percibido. Las funciones deberán ser jerarquizadas en términos de órganos, sistemas e interdependencia

de los sistemas” (Crider, 1981, p. 53). En otras palabras, inicialmente, cuando los niños conocen algún órgano interno, le asignan una función estática: el corazón es para amar, los pulmones son para respirar, el estómago es para comer y el cerebro es para pensar. Posteriormente, los órganos son ampliamente diferenciados y las explicaciones para cada función están dadas en términos de las propiedades de ese órgano: el corazón es una bomba que hace que la sangre circule, el estómago es un contenedor para la comida. Más tarde, el funcionamiento de todos los órganos se conceptualiza en términos del movimiento de sustancias tangibles tales como la comida, el aire y la sangre. Todos los órganos son recipientes [containers] con canales de varios tipos (por ejemplo, vasos sanguíneos) conectándolos. Esta fase de comprensión es alcanzada entre los 8 y los 9 años. La fase final involucra, adicionalmente, otros micro-niveles de descripción: el metabólico y el celular. Los niños llegan a comprender que las sustancias corporales son transformadas en diferentes clases de cosas (por ejemplo, la comida es usada para dar energía después de que las sustancias han sido transportadas hacia todo el cuerpo vía el sistema circulatorio).

De acuerdo con Carey (1985), esta descripción del desarrollo realizada por Crider (1981) es consistente con la suposición de que el cambio que se observa entre los 4 y los 11 años, señala un cambio de la explicación psicológica a la explicación biológica. Concretamente, para Carey (1985), inicialmente los niños comprenden comer, respirar, pensar como conductas humanas y las explican de manera similar con otras conductas humanas (jugar, bañarse), y solamente es hasta que los niños construyen una teoría fisiológica cuando comienzan a considerar la biología como un dominio separado. Con todo, aunque existe una diferencia considerable entre un “modelo de recipiente” y un “modelo de transformación de las sustancias”, dicho cambio no parece implicar, necesariamente, un cambio de marcos (psicológico por biológico), sino más bien, un enriquecimiento dentro del mismo marco biológico. Es decir, el modelo de “saco vacío” mencionado por Fraiberg e implicado en los datos de Crider, no deja de ser un “modelo fisiológico”, incipiente y pobre pero, a fin de cuentas, un modelo que explica un fenómeno biológico.

No obstante, para Carey (1985), sí existe evidencia que apoya la afirmación de que el surgimiento de una "teoría" biológica emerge de un marco psicológico centrado en "lo humano". Uno de sus resultados muestra como la gente extrapola información de una especie en particular a otras especies. A sujetos desde la edad de los 4 años hasta la edad adulta, les fue enseñado un órgano interno nuevo que no conocían. En todas las edades, a los sujetos que se les había dicho que los humanos tenían, por ejemplo, un órgano llamado "bazo", infirieron que seguramente otros mamíferos también lo poseían y que era menos probable que los pájaros, insectos y lombrices lo poseyeran; sin embargo, dicha propiedad no fue aplicada a las flores, el sol, las nubes, los vehículos ni a las herramientas. Por otra parte, el patrón con el cual un órgano fue "proyectado" hacia otras especies difería entre los niños menores de 10 años y los mayores. Los adultos y los niños mayores, quienes habían aprendido que los humanos y los perros tenían "bazo", estaban igualmente dispuestos a proponer que otras especies también lo tenían. Los niños más pequeños, por su parte, solamente extrapolaron órganos humanos a otras especies pero no de otras especies a los humanos. Así, estos niños proyectaron el órgano bazo a otros mamíferos, pájaros e insectos a una razón mayor del 50%; cuando se les enseñó que el perro era el que tenía bazo, proyectaron éste a otras especies a una razón del 25% y cuando se les enseñó que una abeja era la que tenía el órgano, entonces lo proyectaron a una razón menor del 12%, aún y cuando la comparación era con otro insecto.

Una segunda pieza de evidencia en favor de que los niños pequeños estructuran su conocimiento de las propiedades biológicas tales como el comer y el dormir en términos del comportamiento humano, es la asimetría de la atribución de tales funciones entre las especies. Como en la posesión del órgano bazo, los niños de 4-5 años están bastante dispuestos a atribuir funciones psicológicas humanas a animales similares a las personas, pero no atribuyen funciones como respirar y comer a otros animales tales como insectos y lombrices. Niños de mayor edad (10 años) hacen juicios semejantes pero, además, realizan inferencias de manera más amplia entre los miembros de una categoría. Es decir, cuando ellos dicen que las lombrices pueden respirar porque son animales y todos los animales respiran, o porque todos los seres vivos necesitan quemar oxígeno para obtener energía,

muestra que su conocimiento es mucho más amplio y está organizado de manera más precisa. En particular, esto involucra una mayor comprensión de las funciones biológicas y un desarrollo mucho más allá del modelo “un órgano, una función” que detentan los niños pequeños (véase Crider, 1981). Por tanto, tienen más conciencia sobre como diferentes órganos funcionan juntos para resolver los problemas básicos que afrontan todos los organismos. Es decir, el desarrollo posterior, acarrea consigo una mejor comprensión de las relaciones entre las causas y los efectos, y las interrelaciones entre los distintos órganos y entre los distintos aparatos y sistemas. “A los 10 años, [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 del desperdicio (...). El sistema nervioso, ya a los 10 años desempeña funciones principalmente psicológicas (...). No obstante, a la edad de 10 años, o más, los niños han logrado una visión del cuerpo como una máquina biológica. Ellos saben que los sistemas circulatorio, respiratorio y digestivo, están relacionados, y comienzan a conceptualizar las relaciones entre el cerebro y el cuerpo. Están comenzando a ordenar un dominio de conocimiento acerca de los seres humanos que está claramente separado del conocimiento de por qué los individuos se comportan como lo hacen” (Carey, 1985, p. 51).

Pero, una vez más, el modelo “un órgano, una función” aunque incipiente no tiene nada de “modelo psicológico” y sí mucho de conocimiento parcializado (véase Munari *et al.*, 1976). Asimismo, cuando Carey (1985) recalca que procesos como la alimentación son vistos inicialmente en términos de mecanismos que mediatizan entre la entrada (comer mucho) y la salida (engordar), tal vez, también debería señalar que los niños pequeños están estableciendo una relación entre la nutrición y el crecimiento, es decir, una relación entre dos fenómenos biológicos.

En general, se podría decir que de lo hasta aquí considerado, se desprenden dos hechos: 1) los niños parten de modelos fisiológicos incipientes a modelos más ricos y conceptualmente más coherentes y, 2) dicho cambio, muy probablemente, ocurre al interior de un mismo marco, a saber, el dominio biológico. Sin embargo, estas señalizaciones dejan abiertas otras problemáticas. Por ejemplo, si el interior

del cuerpo (estructura y función) no es fácilmente asequible a la percepción o a la experiencia de los niños, entonces tal vez sólo sean capaces de concebir relaciones de entrada-salida. Es decir, si comer o respirar implican el ingreso de sustancias (sean alimentos u oxígeno) visibles y la salida de sustancias también sensibles (defecación o expiración), ello no necesariamente posibilita que conozcan o conciban los procesos que median entre la entrada y la salida; verbigracia, no relacionan la respiración como un intercambio entre el oxígeno y el bióxido de carbono. De la misma manera, la relación entre nutrición y crecimiento no parece desprenderse de manera obvia de la consigna: “come para que crezcas fuerte y sano” que les dicen los padres a los niños, ya que dicha consigna no explicita los mecanismos involucrados. Quizá también ciertas concepciones acerca de la interrelación de los distintos aparatos (por ejemplo, digestivo y circulatorio) pudieran requerir de una fuente de transmisión externa (la escuela, los medios de comunicación, los propios padres, etc.). No obstante, debemos considerar que aún en ausencia de dicha información, es plausible que los niños elaboren ideas acerca del funcionamiento orgánico y que, además, pudieran ser típicas de ciertos grupos de edad. Dichas ideas, tal vez estén organizadas en “modelos” diferentes a lo largo de la edad, en cuanto al tipo de conceptos y la forma en la cual estén coordinados y es probable que posibiliten el acceso a inferencias más complejas y sofisticadas que expliquen el funcionamiento y la estructura orgánica. No obstante, todo ello constituye un problema a resolver de manera empírica.

2.2 Las ideas de los niños acerca del interior del cuerpo. Investigaciones y resultados.

Las concepciones que tienen los niños acerca de la estructura y funcionamiento orgánico han acaparado la atención de muchos investigadores desde, por lo menos 1935, con el trabajo de Schilder y Wechsler y continuando con las investigaciones de Nagy (1953); Gellert (1962); Munari *et al.* (1976); Crider (1981); Carey (1985); Amann-Gainotti (1986); Glaun y Rosenthal (1987), hasta trabajos que han investigado las variantes transculturales sobre la representación que hacen del interior del cuerpo niños y adolescentes de 11 países (Reiss *et al.*,

2002). Algunos trabajos, a la vez, han abordado aspectos específicos acerca de las estructuras y/o procesos orgánicos, como las concepciones que tienen los adolescentes sobre el aparato reproductor femenino (Amann-Gainotti y Tambelli, 1987), la estructura y función del esqueleto en los animales (Tunncliffe y Reiss, 1999) o las concepciones de los adolescentes acerca del sistema circulatorio humano (Sungur, Tekkaya y Geban, 2001). Mientras que otros, han examinado las posibles correlaciones entre el razonamiento general, las nociones acerca de la enfermedad y el funcionamiento del interior del cuerpo (Perrin, Sayer y Willet, 1991).

Otro grupo de trabajos se ha centrado, de manera específica, en las ideas de los niños sobre el aparato digestivo y la función de la digestión (Banet y Núñez, 1988, y 1989; Núñez y Banet, 1997; Texeira, 2000), mientras que otros lo han hecho sobre las concepciones acerca de los alimentos (Contento, 1981; Turner, 1997; Birch, Fisher y Grimm-Thomas, 1999; Matheson, Spranger y Saxe, 2002).

2.2.1 Las concepciones del niño del interior del cuerpo. Las primeras investigaciones.

El estudio de Nagy (1953) examinó las concepciones de 650 niños de (pertenecientes a tres países diferentes: Hungría, Inglaterra y Estados Unidos) 4:00 a 11:11 años de edad. A los niños húngaros (160), se les aplicó una entrevista y se les pidió que elaboraran dibujos de la anatomía del cuerpo; a los niños ingleses (270) se les solicitó que elaboraran ensayos que pudieran explicar sus respuestas y, por último, a los niños estadounidenses (220) se les plantearon algunas preguntas sobre las funciones respiratoria y digestiva. En cuanto a las concepciones acerca de la respiración, los resultados muestran que el 33.84% de los sujetos que realizaron el ensayo (270) mencionaron un solo órgano en relación con la respiración: pecho, pulmones, corazón o estómago. En este caso, señala la autora, parece que los niños estuvieron inclinados a localizar el aire en una cierta parte del cuerpo sin comprender el efecto del aire sobre todo el cuerpo. De acuerdo con los resultados de la entrevista (160 sujetos), los niños sólo comenzaron a hablar de la respiración como un proceso a partir de los 6 años;

pero fue hasta los 9 años que un número predominante de ellos (70%) lo hicieron. No obstante, dicho "proceso" no incluye intercambio de oxígeno, sino meramente la inhalación y exhalación de aire (lo cual puede ser concebido como un proceso estático).

Respecto al pasaje del alimento desde la boca, tres clases de respuestas fueron encontradas: (1) la comida va a la cabeza y/o el cuello; (2) la comida va al estómago; (3) la comida va más allá del estómago, dado que debe ser asimilada o evacuada. En consonancia con otros resultados, estas respuestas parecen apuntar a la conclusión de que muchos de los sujetos conocen solamente dos partes del tracto digestivo: la boca y el estómago. Además, también se encontró que "digestión" es un término más bien desconocido. No obstante, las respuestas a la pregunta "¿Para qué es el estómago?", señalan que el grueso de los sujetos (68.62%) menciona para comer y/o almacenar el alimento; 14.89% para la digestión; 4.79% para respirar y 2.66% para vivir. Como puede observarse, el porcentaje de niños que le atribuyen al estómago la función respiratoria (4.79%) es bajo, por tanto, no es posible concluir que para ellos no existe distinción entre los órganos internos (verbigracia, pulmones y estómago). Más bien, parece que inicialmente, de acuerdo con otros hallazgos (Schilder y Wechsler, 1935), los niños piensan que la totalidad del cuerpo está relleno de comida y, en este sentido, los niños se encuentran inclinados a localizar la comida tanto dentro como fuera del tracto digestivo. En otras palabras, al principio, una "concepción global" guía las nociones de los niños y, por tanto, los órganos internos no son claramente diferenciados. Aunque también, de acuerdo con Nagy (1953), la idea de que el cuerpo está relleno de comida, podría significar que el cuerpo está construido por los alimentos.

En general, los resultados de Nagy (1953), muestran que:

1. Los niños no tienen un adecuado conocimiento de la forma de los órganos relevantes.
2. Las transformaciones que tienen lugar al interior del cuerpo son poco comprendidas.

3. Los niños le otorgan funciones intelectuales al cerebro pero no emocionales, mientras que el corazón llega a ser considerado como el centro de las emociones.

Respecto de este último punto, es necesario atender a una declaración de la autora: "Uno podría fácilmente responder que es debido a la carencia de diferenciación entre factores fisiológicos y psicológicos (globalidad), sin embargo, esto requiere de mayores explicaciones" (Nagy, 1953, p. 214).

Adicionalmente, puede observarse que en las respuestas de los niños, a cada órgano se le atribuyen funciones específicas (pero ellas no son descritas como un proceso continuo de cambios) y, al describir el proceso en sí mismo, se ven inclinados a definir el "rol" del órgano: el cerebro es para pensar, los pulmones son para el aire y el estómago para la comida. Es decir, el funcionamiento corporal es sobre-simplificado: el cerebro es descrito como un órgano con una función principal, ni sus relaciones con el sistema nervioso o con el organismo (como un todo) son consideradas. Asimismo, respecto del sistema respiratorio, sólo los pulmones son mencionados. Las relaciones de los pulmones y el sistema circulatorio, tampoco son mencionadas. Y, por último, todo el tracto digestivo es simplificado dentro de un órgano llamado estómago.

Como veremos más adelante, el grueso de estas conclusiones son similares a las descritas por otros autores. Por una parte, los niños comienzan considerando exclusivamente órganos aislados para después integrarlos en aparatos y/o sistemas, mientras que, por la otra, primero conciben sólo relaciones de entrada-salida para, posteriormente, considerar los procesos que median entre dichas relaciones (fundamentalmente, en los procesos respiratorio y digestivo).

Volviendo al trabajo de Gellert (1962), ella examinó, en 96 sujetos de 4:09 a 16:11 años de edad, aspectos varios tanto de la estructura corporal interna como de las funciones. La entrevista llevada a cabo comenzaba con la pregunta: "¿Qué es lo que hay dentro de ti? Dime tantas cosas como tu puedas pensar que hay dentro de ti." Las respuestas a esta pregunta muestran que el número de elementos que

los sujetos citan de manera espontánea, aumentan con la edad. Dicho aumento, principalmente, se da entre los 8 y los 10 años. Cerca de $\frac{3}{4}$ de los niños reportaron huesos. Mientras que el estómago fue mencionado espontáneamente sólo por $\frac{1}{4}$ de los sujetos. Los sistemas que obtuvieron una alta frecuencia de aparición fueron el músculo-esquelético y el circulatorio. Treinta y nueve de los 96 niños listaron vejiga, riñón o uréter, tal vez, señala Gellert, debido a que muchos de los sujetos sufrían de enfermedades genito-urinarias. Un aspecto relevante es que entre los niños más jóvenes hubo una tendencia a concebir el contenido del cuerpo en términos de lo que se introduce o sale de él. En este sentido, frecuentemente listaron como contenidos del cuerpo, comida recién ingerida, bebidas, sangre y orín (agua). [Véase lo mencionado por Nagy, 1953].

Asimismo, se investigaron las ideas de los sujetos sobre la importancia de partes del cuerpo ("¿Qué parte de ti crees que es la más importante? Si tú escogieras una parte de ti como la más importante, ¿cuál sería? ¿Por qué? ¿Qué la hace [ser] la más importante?"). Para los niños (sólo fueron analizados 71 de ellos), el corazón tuvo el índice más alto de importancia, seguido por los órganos asociados con funciones sensoriales, nerviosas e intelectuales. Once niños consideraron las partes relacionadas con la respiración como las más importantes; 9 seleccionaron los órganos digestivos; y solamente 3 seleccionaron piernas y pies. En cuanto a las razones dadas, en primer lugar se encuentra *Su rol en el desempeño de un proceso vital* (51%). Mientras que el 38% se refirió a *La importancia referente a la orientación, percepción o comunicación*. Para algunos niños muy pequeños (4:09 años), *la cantidad de cuidado físico y atención dadas a una región particular del cuerpo*, sirvió como guía de su importancia.

En cuanto a las ideas de los niños sobre el sistema digestivo (temática en la que nos extenderemos un poco más), Gellert (1962) señala que ninguno de los 40 sujetos menores de 9 años mencionan el estómago (13 de ellos mencionaron comida o bebidas). Es solamente a partir de los 13 años que la mayoría de los sujetos lo nominan. Asimismo, muchos de los sujetos establecieron relaciones entre la ingesta de comida y el estómago: 70% de los niños menores de 7 años, y casi todos los sujetos de 7 años, y por arriba de esta edad, hicieron esa

asociación. Sólo dos de los más pequeños dijeron: "Donde la comida va". Otro resultado, también encontrado por Nagy (1953), es la idea entre los niños debajo de los 11 años, que el propósito del estómago es *ayudarnos a, o hacernos respirar*.

El hecho de que la comida sufra un proceso de cambio o transformación en el estómago, es por primera vez mencionado a la edad de 8 años ["Cuando tu tragas todo va hacia el estómago... la comida se disuelve en el estómago"; "La comida se digiere en el estómago"]. Sin embargo, no es sino hasta la edad de los 11 años que la mayoría considera como una función del estómago algunos aspectos de la digestión. A partir de los 9 años, solamente $\frac{1}{4}$ de los niños mencionan como una de las funciones del estómago su papel en la difusión de los alimentos a otras partes del cuerpo. Antes de los 11 años, el 8% piensa que el estómago contiene sangre; algunos tienen la idea de que la sangre es manufacturada allí, pero únicamente el 13 % de la muestra total dice que el estómago es necesario para mantener la vida. De 31 sujetos a quienes se les hizo la pregunta: "¿Qué sucedería si no tuviéramos estómago?", 36% pensó que la vida sería imposible sin dicho órgano. Para Gellert, los datos indican que las ideas de los niños sobre la función del estómago son bastante mecanicistas y homogéneas. Es decir, por arriba del 90% señalan que el estómago tiene "algo que hacer con la comida"; mientras que 37% menciona algunos aspectos del proceso digestivo para describir la función del estómago.

En cuanto al proceso seguido a la ingesta de los alimentos, todos los niños (30 sujetos) de 4 a 7 años de edad trazan "el camino" del alimento hacia la región abdominal, aunque no siempre hacia el estómago y, el 70% de los mismos, no mencionan un destino más allá del estómago; aunque la mayoría menciona que la comida continua moviéndose después de alcanzar el estómago. Del grupo de los 8 a los 11:11 años de edad, el 70% dice que el alimento va a todo el cuerpo. De ellos, 38% menciona los movimientos intestinales; 13% que la comida es eliminada directamente desde el estómago sin pasar a través de otras partes del cuerpo. Un poco más de la mitad de los niños del grupo menor a los 8 años (57%), traza el camino de la comida más allá del estómago, pensando que va a las piernas y, frecuentemente, a los pies y los dedos. Uno solo de los sujetos trazó la

comida del estómago a la cabeza y, otro, al pecho. Mientras que el 17% de los más pequeños pensaron que la comida circula en el cuerpo. Un ejemplo típico de un niño de 6 años es el siguiente: "Después de que la comida se traga va al estómago, después a las piernas, entonces regresa al brazo derecho luego al brazo izquierdo y después regresa al estómago".

Adicionalmente, sólo el 20% de los niños arriba de los 11 años menciona el esófago como parte del tracto digestivo. Es hasta los 12 años que la mayoría indica que la comida va a otras partes del cuerpo. Para los niños del grupo de menor edad (4-7 años) fue común que concibieran el trayecto de la comida en el organismo con base en alguna de estas ideas: (a) la comida viaja alrededor del cuerpo y nunca es eliminada; (b) la comida es expulsada directamente desde el tracto digestivo (vía el vomito); (c) la comida que viaja a través del cuerpo es expulsada. En contraste, arriba de los 11 años, el 67% establece que alguna parte de la comida permanece en el cuerpo mientras que el resto se elimina, mientras que el 97% traza el curso de la comida al sistema urinario o a la defecación, o bien a ambos. De manera significativa, es solamente hasta la edad de 14 años que la mayoría de los niños reportan que la comida pasa del estómago al intestino para ser eliminada. Aunque los intestinos fueron referidos en plural, sólo el 7% por arriba de los 9 años nombró tanto el delgado como el grueso.

Por último, en su gran mayoría, los sujetos no consideran procesos bioquímicos como responsables de los cambios acaecidos en el proceso digestivo. Por tanto, masticar la comida con el fin de hacerla más pequeña es la única actividad mencionada. En cuanto a la noción de digestión, para un cierto número de niños, este proceso es sinónimo de almacenar. El hecho de que la comida pueda transformarse en energía sólo se menciona a partir de los 13 años.

2.2.2 Estudios acerca del desarrollo de las nociones anatómico-fisiológicas.

Basadas en la teoría piagetiana, tres investigaciones acometieron la indagación acerca del desarrollo de los conceptos que tienen los niños del interior del cuerpo (Munari *et al.*, 1976; Crider, 1981; Glaun y Rosenthal, 1987). Munari *et al.*

(1976), estudiaron a 9 grupos de niños de los 5 a los 13 años (635 sujetos). [Uno de los problemas que presenta este estudio en la interpretación de los resultados es que el tamaño de los grupos es bastante diferente; así, por ejemplo, el grupo de 12 años contiene 8 sujetos y el de 13 años, 2, mientras, que el de 7 años contiene 140 y el de 8 años, 110.] Ahora bien, dado que el propósito de este trabajo es analizar las concepciones anatómicas espontáneas de los niños, entonces, tiende a centrarse en el análisis de los órganos y sistemas representados gráficamente.

El órgano que obtuvo la frecuencia más alta de aparición en los dibujos fue el corazón (65.5%). Aparece desde los 5 años y va aumentando su presencia de manera regular a través de las edades. El cerebro es el segundo órgano registrado (49.0%), aparece a la edad de 6 años y, al igual que el corazón, su tendencia se incrementa conforme aumenta la edad. El estómago tiene una frecuencia bastante baja (15.9%), al igual que el esófago (11.6%) y sólo son apreciables a partir de los 9 años de edad. Curiosamente, el hígado aparece con más frecuencia que estos dos últimos órganos (19.4%). En cuanto a la configuración de órganos en sistemas, se analizaron cuatro de ellos: sanguíneo, respiratorio, digestivo y óseo. De ellos, ninguno alcanza más allá del 30% de aparición, y esto solamente en las edades de 12-13 años. El más referido fue el sanguíneo (13.1%), después el digestivo (9.5%), seguido por el respiratorio (7.4%) y, por último, el óseo (6.5%). No obstante, la aparición de los cuatro sistemas sólo es sensible a partir de los 9-10 años.

En cuanto a por qué el corazón es un órgano altamente referido, Munari *et al.* (1976) dicen que este hecho pudiera explicarse porque los latidos del corazón son perceptibles, lo cual favorece su localización. Asimismo, mencionan que dicha hipótesis debe ser abandonada porque el segundo órgano referido es el cerebro ("un órgano silencioso"), el cual, cuando es dibujado, siempre aparece dentro de la cabeza, es decir, su localización es correcta. Sin embargo, si bien esta anomalía les lleva a abandonar su hipótesis, en cambio no plantean ninguna alternativa. Una respuesta posible, señalan, es que el "cuerpo" que dibujan los niños es tanto el percibido, como el experienciado o el conocido (estas distinciones, de hecho, son las realizadas por Ajuriaguerra [1973/1983]), y dado que estos tres elementos

coexisten, entonces, concluyen, un elemento visto, sentido y conocido tendrá mayores posibilidades de aparición. En contraste, la ausencia de un órgano significaría que los niños no lo ven, ni lo sienten, ni conocen. Pero, si algunos huesos del cuerpo son susceptibles de “ser vistos”, ¿por qué su frecuencia es nula? (Véase que en el trabajo de Gellert [1962], el 75% de los niños reportan “huesos”).)

Para Munari *et al.* (1976) el desarrollo del conocimiento acerca del cuerpo no es un proceso independiente de la evolución de los “instrumentos cognitivos”. En este sentido, afirman que cuando un niño se pincha un pie, oreja o dedo y de allí sale la misma sustancia, idéntica y constante en sus cualidades, es decir, la sangre, ello posibilita que la identidad sea el instrumento cognitivo “suficiente” para la construcción del sistema sanguíneo. Con todo, pensamos, esta hipótesis es difícil de sostener. En otros estudios (León-Sánchez, 1993) se ha observado, por ejemplo, que si bien los niños de 4-5 años sostienen la idea de que el cuerpo es un contenedor de sangre y está sale cuando nos herimos, no reportan, en ningún momento, conductos específicos para la sangre (venas o arterias). Es decir, el hecho de que “perciban” una relación entre herirse y sangrar, no prefigura, necesariamente, la existencia de un sistema. Por tanto, dudamos que la identidad sea el instrumento cognitivo “suficiente” para la construcción de ese o de cualesquier otros sistemas. Amén de lo anterior, todavía queda el problema de si la “identidad” es “instrumento” suficiente para comprender las transformaciones llevadas a cabo por los órganos y/o sistemas.

En otro orden de ideas, de acuerdo con Crider (1981), los datos de Nagy (1953) y Gellert (1962), aunque importantes, no poseen una articulación teórica. En este sentido, para Crider debe ser explicado cómo los niños pasan de explicar, por ejemplo, la función del corazón en términos del amor o la salud, a hacerlo en términos de una explicación de su papel en la circulación de la sangre. Por tanto, formuló una serie de niveles de desarrollo basado en datos empíricos (entrevistas con 21 niños de 6 a 12 años de edad) y de acuerdo con la teoría piagetiana. Así, primero les pidió a los niños que dijeran qué es lo que hay dentro del cuerpo y dibujaran sobre una silueta. Después les planteó una serie de preguntas sobre la

constitución y función del corazón, pulmones, estómago, intestinos, cerebro, piel y músculos. Además, fueron cuestionados sobre lo que sucede con la comida que se come y el aire que se respira.

Crider (1981) organizó las respuestas de los sujetos en una secuencia que va desde una concepción global sin diferenciación de estructura y función, hasta que se alcanzan niveles de organización diferenciados, explicaciones de carácter fisiológico y transformaciones coordinadas y reversibles. Dicha secuencia, estuvo constituida por 4 Niveles los cuales, señala la autora, representan las maneras en las cuales los niños interrelacionan las partes del cuerpo. En suma, las concepciones del interior del cuerpo comienzan con una concepción global de las funciones corporales mientras que el incremento en la diferenciación es resultado del desarrollo. Es decir, inicialmente existe una diferenciación de estructura y función en términos de sus características perceptuales para, posteriormente, diferenciar los niveles de la organización corporal, las subestructuras orgánicas específicas y las transformaciones. Es un cambio de la función basada en la similitud perceptual al reconocimiento de acciones conjuntas de varios órganos en el movimiento de sustancias corporales, y de allí a la integración jerárquica de las funciones corporales tanto en el nivel celular como en el nivel de los sistemas. En resumen, las primeras ideas del niño sobre el interior del cuerpo se enfocan sobre las actividades observables y globales sin diferenciar entre la estructura y la función: no sabe que es lo que sucede con el aire que respiramos ni conoce un órgano interno que lleve a cabo esa función orgánica. Luego comienza a reconocer ciertas partes del cuerpo, diferenciadas por su localización espacial (es decir, elabora una "geografía del cuerpo"). A los 6 o 7 años de edad, es capaz de nombrar pocos órganos y hablar acerca de sus funciones, aunque no necesariamente circunscritas a un fenómeno fisiológico: "el corazón es para el amor" (cfr. Nagy, 1953). En este nivel, las funciones corporales son ya descritas en términos de estados o actividades percibidas (trabajar, jugar, estar vivo). Cada órgano es definido como el origen o centro de una de esas funciones (la causa inicial o final de una función global). Un nuevo avance ocurre cuando estructura y función son claramente diferenciadas y se relacionan una con la otra mediante un tercer factor: el movimiento de sustancias tangibles: "El estómago es una

cosa redonda dentro de nuestro cuerpo que sostiene la comida. La comida entra a tu boca, baja por tu cuello a tu estómago. Si no tuviéramos estómago, la comida iría a cualquier lado y sería un lío”.

Un aspecto importante en esta progresión es que aunque el órgano continúa siendo concebido como el lugar de una función es, además, descrito como un contenedor o una estación en una secuencia de desplazamientos. Por tanto, una vez que el niño comprende los desplazamientos espaciales, surge una nueva comprensión de los órganos como medios activos [active agencies]: el órgano es la causa de los desplazamientos de las sustancias por el cuerpo. El movimiento de un órgano, que antes sólo era identificado perceptualmente, ahora es tratado como la causa de un desplazamiento específico: “el corazón bombea sangre dentro de las venas y [ésta] va a todo el cuerpo”. A saber, existe una nueva coordinación de estructura y función, que a la vez relaciona transformaciones específicas de sustancias corporales. Dichas transformaciones son inicialmente identificadas por un inicio y un punto final, una sustancia se convierte en otra: “Lo que comes va al estómago y se mezcla todo. Entonces es líquido, es sangre y va al interior de tus piernas y brazos”. Finalmente, cuando los niveles de organización son diferenciados y las transformaciones son concebidas como coordinadas y reversibles, las explicaciones fisiológicas devienen posibles. Las transformaciones son ahora explicadas cambiando el análisis del nivel de órgano y sustancia al nivel de célula y reacción química. A los 13 años, un niño dice: “Respiras oxígeno y exhalas dióxido de carbono. El oxígeno va a los pulmones y es difundido a la corriente sanguínea. Los pulmones tienen sacos de aire con capilares, donde el oxígeno se difunde a la sangre. Va a tus células y entonces se convierte en dióxido de carbono”. A la vez, implica el movimiento cardíaco en este proceso. Aunque las explicaciones pueden no ser del todo precisas, ahora el niño *posee una estructura conceptual* que le capacitara para aprender explicaciones fisiológicas de esas funciones de una forma más precisa y completa.

Un desacuerdo que podemos argüir, aunque no negación del paisaje de desarrollo propuesto por Crider, deviene del hecho de que la secuencia de desarrollo no es producto de un examen de cambios en el pensamiento de un niño a través del

tiempo, es decir, de la evidencia empírica, sino elaborado mediante un análisis formal y ordenamiento teórico de respuestas aisladas tomadas de entrevistas con varios niños. Creemos, por tanto, que al hacer primar la teoría sobre los datos, no se explicita el mecanismo o la fuente que posibilita el pasaje de la percepción a la conceptualización: los niños reconocen primero los órganos que están más disponibles a la percepción (por ejemplo, el corazón que late, etc.); sin embargo, dice la autora, órganos como los pulmones, si bien no están disponibles a la percepción, pueden fácilmente ser conceptualizados como contenedores o agentes (containers or agents) en el desplazamiento de las partes del cuerpo y las sustancias. No obstante, no es claro porque son “fácilmente” conceptualizados como contenedores.

Obviando este aspecto, es fructífera la idea de que concebir un órgano como contenedor posibilita a los niños comenzar a diferenciar el organismo en componentes heterogéneos¹. Por tanto, al inicio, a cada órgano le es dada una sola función estática, por ejemplo: el cerebro es para pensar y los pulmones son para el aire, pero son incapaces de explicar esta función en términos de una transformación, tal como aquella que involucra el intercambio de gases. Los niños simplemente dibujan una correspondencia uno-a-uno entre el órgano y la función. Es sólo cuando los niños empiezan a diferenciar lugares y contenedores de las sustancias desplazadas que, de manera consistente, (1) aumenta el número de órganos dibujados o mencionados y se les diferencia de las sustancias de entrada y, (2) dichas sustancias (comida o aire) son integradas a las explicaciones de las funciones.

¹ Una idea que debería ser revisada tiene relación con esta afirmación de Crider (1981). De acuerdo con ella, el hecho de concebir un órgano como “contenedor” permite comprender el organismo como un componente de entidades heterogéneas. Sin embargo, Keil (1994) sostiene que una idea temprana en los niños pequeños (3 años) tiene que ver con la diferenciación que hacen entre las partes internas de distintas entidades (por ejemplo, objetos naturales *versus* biosistemas); es decir, para ellos, las partes internas de los seres vivos no están estructuradas de manera aleatoria y son, a la vez, heterogéneas. Por tanto, necesita ser probado si el “alejamiento del azar” y el “encastramiento espacial de partes parecidas” (complementariedad) son ideas iniciales que aplican los niños en su comprensión del organismo humano y, por tanto, son anteriores a la noción de “contenedor”. Si esto es así, se invierte la hipótesis de Crider. O bien, si la noción de “contenedor” surge conjuntamente con las ideas de encastramiento y de heterogeneidad, se elimina la necesidad de que aparezca una para posibilitar la otra. En nuestra opinión, el encastramiento, de acuerdo con la interpretación que hacemos del trabajo de Keil, ya conlleva la noción de función.

De manera similar al trabajo de Crider (1981), el estudio de Glaun y Rosenthal (1987) tiene como meta organizar el conjunto de ideas de los niños acerca del interior del cuerpo de acuerdo a un marco teórico [piagetiano] que permita explicarlas. Glaun y Rosenthal (1987) estudiaron a 210 niños de ambos sexos de 5 a 11 años de edad. Dos procedimientos fueron utilizados, dibujos y entrevistas de corte piagetiano, con el fin de superar las restricciones de la representación pictórica, es decir, la entrevista les podía permitir a los niños dar información que ellos pudieran describir más no dibujar.

En los resultados obtenidos en este estudio, se observa un incremento en el número de partes del cuerpo conocidas en el 71.4% de los sujetos. El número total de partes del cuerpo nombradas fue de 45, las cuales se incrementan con la edad. A los 5 años, la media de partes conocidas fue de 3.4, incrementándose a 8.7 entre los 10 y los 11 años de edad. El órgano más conocido fue el corazón, el cual se incrementó del 32% a los 5 años al 93% a los 10/11 años de edad. Asimismo, el conocimiento del cerebro y las venas se incrementa constantemente con la edad. Otros órganos (estómago y pulmones) parecen ser poco conocidos. Riñones, hígado y nervios sólo emergen por primera vez a partir de los 9 años de edad e, incluso, sólo una pequeña minoría los conoce. El conocimiento de otras partes como la sangre y los huesos es relativamente constante a lo largo de las edades. Mientras que, de manera relevante, considerar la comida como un elemento interno, declinan con la edad. En cuanto a las ideas acerca de la integración de las partes mencionadas (la interconexión de las partes para formar sistemas), se encontró que, inicialmente, se representan los órganos y las partes "como flotando" sin conexión y, posteriormente, existe un intento de conectar las partes en un sistema: un tubo ligando el estómago con la boca, el estómago a los intestinos o el corazón a las arterias. Aunque, el nivel de integración fue bajo, sufre un incremento acorde con la edad (0% a los 5 años, y 38% a los 10/11 años).

Para Glaun y Rosenthal (1987), estos datos pueden ser explicados mediante la teoría piagetiana. Los niños más pequeños (5 años) son preoperacionales y perciben el cuerpo de una manera global e indiferenciada, confundiendo partes

internas y externas. De esta manera, dado que el niño preoperacional está amarrado a la percepción, los órganos que son fácilmente percibidos o experimentados predominan, verbigracia, los huesos que ellos pueden sentir, la sangre que pueden observar cuando se hieren así como la comida que ellos saben que han ingerido. Tal vez por esta razón, el corazón es el único órgano conocido por un tercio del grupo de los niños de 5 años, dado que ellos pueden sentir su latido.

Mientras que los niños de 9-10 años son operativos concretos y conocen más partes y, asimismo, comienzan a integrar o conectar esas partes. Esto, de acuerdo con los autores, sugiere un aumento en la conciencia de las funciones corporales. Así, la conexión del estómago con la boca y los intestinos, anuncia el inicio de un sistema gastrointestinal. Con ello, los niños comienzan a comprender que los órganos del cuerpo causan un desplazamiento o transformación de las sustancias corporales. La evidencia de una integración de esta clase, sin embargo, sólo está presente en un tercio de los niños de 10-11 años, lo cual sugiere que es hasta la adolescencia (es decir, cuando están en el periodo de las operaciones formales) cuando se llega a la comprensión de los niveles del cuerpo organizados en sistemas y pueden comprenderse las transformaciones que el organismo lleva a cabo.

El estudio de Amann-Gainotti (1986), por su parte, tuvo como objetivo proveer una caracterización descriptiva de los patrones de desarrollo a través de las representaciones gráficas de los niños del interior del cuerpo. El estudio fue llevado a cabo pidiéndoles a los sujetos que hicieran un dibujo de cómo pensaban que era por dentro su cuerpo ("Trata de imaginar, de pensar, cómo está tu cuerpo por dentro y dibújalo"). Se trabajó con 360 sujetos, niños y niñas de 6 edades diferentes (5, 6, 7, 8 9 y 10 años).

Los dibujos fueron analizados tomando en cuenta el número y el tipo de órganos internos que eran representados, la localización de los órganos (dentro o fuera de las paredes del cuerpo) y la presencia de sistemas funcionales (sistemas digestivo, respiratorio, cardiovascular, etc.). Sobre la base de estos criterios, se bosquejaron

las tendencias de desarrollo en términos del nivel de complejidad de los dibujos. De acuerdo con los resultados, dicha tendencia muestra los siguientes niveles:

- Nivel I: Los niños representan pocos órganos internos. Apenas representan más de tres órganos y, dichos órganos, están colocados tanto dentro como fuera de las paredes corporales. Los niños declaran no saber que está dentro del cuerpo.
- Nivel II: Los órganos internos (cuyo número varía entre 1 y 3) son representados dentro de las paredes del cuerpo; aunque, frecuentemente, los dibujos incluyen elementos externos (pelo, ojos, nariz), decorativos (ropa, paisajes) y piezas de comida.
- Nivel III: Los elementos externos y decorativos son dejados fuera de los dibujos. El número de órganos internos incrementa progresivamente y todos ellos son representados al interior de las paredes corporales pero sin conectarlos. No existen "sistemas funcionales".
- Nivel IVa: El número de órganos internos es al menos de 4 y comienzan a ser conectados aunque de una manera imprecisa y parcial.
- Nivel IVb: Al menos un sistema funcional es representado (digestivo, respiratorio, cardiovascular, etc.), es decir, los elementos son completados, bien conectados y espacialmente localizados en el lugar correcto.

En resumen, los hallazgos indican una secuencia de desarrollo en términos de un incremento progresivo a lo largo de la edad, es decir, (a) se observa un aumento en el número de órganos representados, (b) una mejor localización espacial de los mismos y, (c) una mayor conexión entre ellos. De acuerdo con la autora, un cambio importante en este patrón de desarrollo se alcanza entre los 8 y los 9 años de edad (tercer grado en las escuelas italianas), dado que en esas edades se comienzan a enseñar nociones anatómicas en la escuela. Por tanto, antes de que la escuela comience a influenciar las representaciones e ideas acerca del interior

del cuerpo, es posible observar en los dibujos de los niños, la dificultad de coordinar gráficamente las partes internas y externas del cuerpo.

En general, de los trabajos hasta aquí reseñados (Nagy, 1953; Gellert, 1962; Munari *et al.*, 1976; Crider, 1981; Amann-Gainotti, 1986; Glaun y Rosenthal, 1987) puede decirse que el desarrollo de las nociones que tienen los niños acerca del interior del cuerpo, sigue un patrón que va (i) del conocimiento de los órganos a los aparatos y/o sistemas (lo cual, puede suponerse, confluye, en algún momento, en una concepción del organismo como totalidad organizada de estructuras y funciones); (ii) de la no-diferenciación a la diferenciación de los elementos que lo componen y de sus funciones y, (iii) de lo perceptual a lo conceptual. En todos los casos, la secuencia parece correlacionar con la edad. Asimismo, dicho patrón parece sostenerse independiente de factores culturales, es decir, con independencia de que los sujetos analizados sean estadounidenses (Gellert, 1962; Crider, 1981; Glaun y Rosenthal, 1987) o italianos (Munari *et al.*, 1976; Amann-Gainotti, 1986), pero no del nivel educativo (el cual, la mayoría de las veces, correlaciona con la edad). La misma Nagy (1952), examinó niños de tres países diferentes: Hungría, Inglaterra y Estados Unidos, sin encontrar diferencias significativas entre esos tres grupos de niños.

2.3 Factores que influyen en el conocimiento del interior del cuerpo.

Un trabajo que examina la posible influencia cultural en el desarrollo del conocimiento de niños y adolescentes acerca del interior del cuerpo es el de Reiss y cols. (2002). Los objetivos del trabajo se dirigen a resolver, primero, si el conocimiento de la estructura interna humana depende de la edad de los alumnos; segundo, cuánto difiere dicho conocimiento de acuerdo con los distintos órganos y sistemas y, por último, si ese conocimiento es diferente entre niños de diferentes países. Para responder a esos objetivos examinaron a niños de 7 y 15 años de edad de 11 países diferentes (Australia, Brasil, Dinamarca, Ghana, Irlanda del norte, Islandia, Portugal, Rusia, Taiwán, Uganda y Venezuela). A todos los sujetos se les pidió que dibujaran lo que ellos pensaban tenían dentro de su cuerpo.

Los dibujos fueron categorizados de acuerdo con 7 niveles de complejidad creciente. El Nivel 1, por ejemplo, indicaba la ausencia de representación de la estructura interna. El Nivel 3 caracterizaba respuestas en las cuales aparecía al menos un órgano en una posición apropiada. Mientras que el Nivel 7 implicaba, al menos, cuatro órganos que indican la estructuración de un sistema. Los sistemas examinados fueron: óseo, respiratorio, nervioso, digestivo, endocrino, urino-genital, muscular y circulatorio.

Los resultados obtenidos muestran que sólo una minoría de los dibujos (tanto de niños de 7 como de 15 años pertenecientes a los 11 países) presenta sistemas lo suficientemente completos como para ser considerados como tales. Sin embargo, los resultados muestran (lo cual parece lógico) diferencias significativas entre las dos edades estudiadas. De manera general, los sistemas mejor dibujados son el digestivo, respiratorio y óseo, mientras que los menos presentes fueron el muscular, el endocrino y el circulatorio. Asimismo, puede observarse que en varios dibujos los sistemas son considerados cada uno por separado; tal vez, dicen los autores, porque en el proceso educativo de estas temáticas se les plantean las estructuras de manera separada, por tanto, los niños y los adolescentes no ven el interior del cuerpo como una totalidad sino como una acumulación de partes aisladas.

Un hallazgo que destaca en este trabajo es el relativo a que los niños de 7 años, muestran que tienen un conocimiento amplio de los órganos del cuerpo. No obstante, también se observa que tienen poca idea de cómo esos órganos están relacionados en estructuras que conforman sistemas. Y, aunque, a los 15 años el conocimiento sobre los órganos sufre un aumento considerable, al igual que los niños de 7 años, muestran poco conocimiento acerca de cómo se integran éstos en sistemas. Ahora bien, no es claro si estos datos pueden ser achacados a la forma de enseñar la anatomía y fisiología humanas, es decir, mediante un “modelo de ensamblaje”, como lo señalan Reiss y cols. (2002), o a una dificultad proveniente de la propia representación gráfica. Con todo, de acuerdo con los hallazgos recabados en los estudios acerca de la representación gráfica del cuerpo humano (Munari *et al.*, 1976; Amann_gainotti, 1986; Reiss y cols., 2002), a lo

largo del desarrollo existe un aumento tanto en el número de órganos dibujados e interconexiones entre los mismos, como en las ideas (aunque la mayor parte de las veces incompletas) sobre las funciones de los órganos y aparatos/sistemas. Por tanto, suponemos, aunque no siempre es el caso, que el aumento en las interconexiones es concomitante con un aumento en el nivel de comprensión del funcionamiento corporal, sea éste posibilitado por la educación o por elementos retomados de la experiencia personal.

2.3.1 *Las ideas de las adolescentes sobre el aparato reproductor femenino.*

Por ejemplo, Amann-Gainotti y Tambelli (1987), analizaron cómo las adolescentes de 14-17 años de edad (n = 60) representan el aparato reproductor femenino y las ideas que tienen acerca de la menstruación. En cuanto a los resultados, la mayor parte de los dibujos realizados presentan las características de los niveles más avanzados, IVa y IVb (véanse los Niveles y sus caracterizaciones, los cuales ya hemos descrito, en Amann-Gainotti, 1986). Los mayores puntajes se obtuvieron en el Nivel IVa (45.7%), caracterizado por lo fragmentario de las conexiones entre los órganos internos y la dificultad de representar un sistema funcional completo, mientras el Nivel IVb, que expresa la forma más avanzada de estructuración del dibujo del interior del cuerpo, obtuvo una puntuación ligeramente más baja (32.2%). Los Niveles I, II, y III fueron referidos con 0%, 0.0% y 16.6% respectivamente. Las partes más nombradas y representadas gráficamente, son los ovarios (85.0%) y el útero (81.6%). Les siguen, trompas de Falopio (46.6%), vagina (35.0%), óvulos (15.0%) e himen (6.6%). Pero si bien el útero, junto con los ovarios, son de las partes del aparato genital femenino más nombradas y representadas de manera gráfica, debemos resaltar el hecho en el bajo número de sujetos (26.6%) que establecen una conexión, en el plano gráfico, entre el útero y la vagina. Por otra parte, es notorio que el 40% de los dibujos presente inversiones y confusión en las posiciones de las diversas partes que componen el aparato genital femenino: el útero está representado como una especie de contenedor de ovarios, o viene presentado como un pequeño canal que lleva a una especie de vejiga de forma alargada sobre la que están fijados los ovarios; mientras que otros dibujos muestran el aparato genital en la forma de un espacio

hueco e indiferenciado, sin una especificación de las partes que lo componen. Asimismo, en ninguno de los 60 dibujos, los ovarios están ligados con el útero, más bien, como sucede en el 46.6% de los casos, están colocados al extremo de las trompas de Falopio, dejando entrever de esa manera, la idea poco clara que los sujetos deben tener del mecanismo de la ovulación,

Este último hecho puede corroborarse con base en las ideas que externan las adolescentes acerca de la menstruación. Solamente el 5% de ellas dan "explicaciones correctas" al fenómeno; el 16% da "explicaciones equivocadas" y el 7% da "explicaciones incompletas. La "ausencia de respuesta" alcanza el 14%, mientras que el 9% da explicaciones que recurren a la creencia "la sangre de la menstruación es nociva". El grueso de las respuestas (49%) manifiesta explicaciones que no encajan en la categoría "explicaciones correctas", no obstante, implican un nivel mayor de conocimiento al expresado en las explicaciones incompletas. Por tanto, de acuerdo con Amann-Gainotti y Tambelli (1987), quizá pertenezcan a otra categoría que puede definirse como "explicaciones con asociaciones parciales". Dicha categoría recoge concepciones en las que se hace una referencia parcial e imprecisa de los órganos reproductores femeninos y de las fases del ciclo, tal y como puede observarse en los siguientes ejemplos (Amann-Gainotti y Tambelli, 1987, p. 28):

"Las menstruaciones vienen cada mes para eliminar el óvulo que no fue fecundado por el espermatozoide... la sangre proviene del cuerpo, pero no lo sé exactamente" (A. 15; 11 años)

"Las menstruaciones son la expulsión de un huevo que no fue fecundado... no sé a qué viene la sangre con este huevo" (M. T. 14; 11 años)

Este tipo de conocimiento parcial o incompleto respecto de las funciones alcanza, como el 49% de las respuestas de las adolescentes y, comparado con el puntaje de "explicaciones correctas" (5%), es sustancialmente más frecuente. Sin embargo, es interesante la asimetría observada entre el puntaje alcanzado en cuanto a las explicaciones dadas y el logrado en la representación gráfica, el cual manifiesta un 32.2% en el nivel más alto de respuesta (Nivel IVb). Es decir, la

representación gráfica no necesariamente correlaciona con el tipo explicaciones. Este hecho contradice la afirmación de las autoras (de acuerdo con ellas, es frecuente que las explicaciones correctas de la menstruación correspondan a un nivel del interior de cuerpo de nivel IVb) en el sentido de que existe una correspondencia entre el nivel de representación del interior del cuerpo y el tipo de explicación dada sobre el evento menstrual.

Adicionalmente, la influencia de las posibles fuentes que apoyan la adquisición de esos conocimientos también presenta problemas. Por ejemplo, en cuanto a la información adquirida acerca de las nociones anatómicas y la reproducción humana, Amann-Gainotti y Tambelli (1987) sostienen que las adolescentes se referían a conocimientos adquiridos durante los años de escuela media y otros más recientes aprendidos durante el año escolar en curso. Mientras que en lo referente a la menstruación, las fuentes de información más frecuentes y privilegiadas eran las madres y otras figuras femeninas, sea el ambiente familiar o las amistades. Sin embargo, es notorio en los resultados aportados que el acervo de información (incluso combinado) que mostraron las adolescentes no era suficiente para permitirles la constitución de una idea más precisa de la funcionalidad del aparato reproductor femenino. Aún más, la experiencia de la menarca, por sí misma, difícilmente activará dicho conocimiento. Vaya esto también para aquellos autores (Gellert, 1962; Munari *et al.*, 1976; Crider, 1981; Glaun y Rosenthal, 1987) quienes suponen que experiencias como comer o sentir el latido del corazón posibilitan (tal vez necesaria más no suficientemente) el acceso al conocimiento anatómico y fisiológico del organismo.

2.3.2 Diferencias entre los conocimientos anatómico y fisiológico.

Otros estudios muestran el grado en el cual el conocimiento anatómico acerca de un organismo (por ejemplo, el ser humano), puede ser proyectado a otros. Tunnicliffe y Reiss (1999), examinaron la comprensión que tienen los estudiantes acerca de la estructura de los esqueletos de ciertos animales. Es un estudio en el que a estudiantes de diferentes edades (de 4 a 14 años y de 18 a 22 años), se les presentó un espécimen de animal diferente y se les pidió que dibujaran lo que

ellos pensaban que tenía dentro. Cada uno de los especímenes fue presentado en ocasiones separadas (una semana posterior a la presentación previa). Los animales incluidos son de distintas clases: mamíferos (rata y humano), ave (estornino), pez (arenque). Los dibujos elaborados por los sujetos fueron categorizados de acuerdo con 7 niveles de ejecución:

1. No hay huesos.
2. Los huesos son indicados por líneas simples o círculos.
3. Los huesos son indicados por la forma "hueso de perro", al azar o a través del cuerpo.
4. Un tipo de huesos está en la posición apropiada.
5. Al menos dos tipos de huesos (columna vertebral y costillas) indicadas en su posición apropiada.
6. Se muestra una organización explícita del esqueleto (columna vertebral, cráneo, extremidades y/o costillas).
7. Esqueleto completo (conexiones entre columna vertebral, cráneo, extremidades y costillas).

Los resultados muestran que los estudiantes de mayor edad alcanzan los niveles más altos que los de menor edad. Asimismo, el nivel promedio alcanzado incrementa cuando los estudiantes dibujan el esqueleto humano. En cada caso, es claro que la edad tiene un efecto sobre el nivel alcanzado. Otros resultados señalan que los estudiantes logran puntajes más altos cuando se trata de representar el esqueleto humano que cuando se trata de los otros 3 animales. No obstante, Tunnicliffe y Reiss (1999) mencionan que la diferencia observada entre el conocimiento mostrado por los estudiantes del esqueleto humano y los de la rata, estornino y arenque, es más pequeña de lo que hubieran esperado. De acuerdo con estos autores, en ciertos rangos de edad los estudiantes parecen "traducir" su conocimiento del esqueleto humano al de los otros especímenes. Dado que son precisamente sujetos del sexto y noveno grados (10-11 y 13-14 años respectivamente), en quienes es más notoria esta tendencia a tales "traducciones", parecería lógico suponer que es el aumento en el conocimiento biológico el que les hace suponer que existen estructuras similares a los seres

humanos en otros animales. (Véanse los resultados obtenidos por Carey [1985] en las pruebas de “proyección inductiva” respecto de las funciones compartidas por seres humanos y animales. Los resultados parecerían ser similares.)

No obstante, el conocimiento de las funciones corporales parece reservar un orden de dificultad, respecto de su comprensión, diferente. Es decir, los elementos y procesos específicos implicados en algunas funciones tal vez hagan que el conocimiento de éstas sea un poco más difícil. Sungur *et al.*, (2001) investigaron las ideas previas de 49 estudiantes de bachillerato (16-17 años de edad) sobre el sistema circulatorio humano, y el posible cambio en sus concepciones a partir de un procedimiento de cambio conceptual. Los sujetos fueron divididos en dos grupos: experimental (26) y control (23).

De acuerdo con Sungur *et al.*, (2001), durante las entrevistas se observó que muchos estudiantes pensaban (incorrectamente) que la presión de la sangre es lo mismo que la velocidad de la sangre. Por tal razón, estos sujetos también suponen, de manera errónea, que debido al diámetro más pequeño de los capilares la velocidad de la sangre es más baja en los capilares. Una de las posibles razones que explican tales concepciones, según las autoras, se debe a la naturaleza interdisciplinaria de esos conceptos. La comprensión de la presión de la sangre, su velocidad y el material de intercambio a través de los capilares requiere del entendimiento y aplicación de conocimientos en física y química, además del biológico. Por ejemplo, una de las preguntas estaba relacionada con el material de intercambio a través de los capilares. En ésta se les pedía a los estudiantes que identificaran que sucedería si la presión sanguínea incrementara sobre el nivel normal. Mientras que 56% de los sujetos del grupo experimental seleccionaron “menos fluido intracelular sería absorbido en la sangre”, sólo 22% de los sujetos del grupo control seleccionó la respuesta correcta. Por otra parte, el error conceptual más prevaleciente entre los estudiantes del grupo control (48%) fue que “sí la presión sanguínea en los capilares incrementa arriba del nivel normal, el dióxido de carbono se acumularía en las células”. Esta explicación refleja que estos estudiantes no comprenden el papel central de la difusión como

el mecanismo principal de los nutrientes, el gas y los productos finales del intercambio metabólico.

De acuerdo con la argumentación que hemos venido sosteniendo, estos resultados anuncian algo importante; a saber, mientras que a los 11 años los sujetos pueden tener concepciones bastante sofisticadas acerca de la estructura del sistema circulatorio (Gellert, 1962; Munari *et al.*, 1976; Reiss y cols., 2002), las funciones que implican transformaciones químicas de las sustancias les son difíciles de comprender (véase Pozo y Gómez Crespo, 2000). Lo mismo sucede si las preguntas van encaminadas a la comprensión de ciertas interrelaciones entre el organismo y los procesos medioambientales. Por ejemplo, una de las preguntas hechas por Sungur *et al.*, (2001) examinó la comprensión de los estudiantes acerca de la homeostasis. En ésta se les pedía que identificaran por qué la piel toma una apariencia rojiza cuando incrementa la temperatura medioambiental. Mientras que el 68% de los estudiantes del grupo experimental seleccionaron la respuesta correcta: "cuando la temperatura medioambiental incrementa, la piel toma una apariencia rojiza porque la corriente sanguínea en los capilares se incrementa", solamente el 17% de los del grupo control lo hizo. Para ellos, la concepción errónea más común (44%) fue: "cuando la temperatura medioambiental se incrementa, la piel toma una apariencia rojiza porque la presión de la sangre se incrementa". Otra concepción, igualmente errónea, fue sostenida por el 30% de los sujetos del grupo control: "... la piel toma una apariencia rojiza porque el diámetro de los capilares de incrementa".

Este conjunto de respuestas ilustra, particularmente, el tipo de problemáticas que enfrenta el esclarecimiento de las fuentes del conocimiento corporal. Por ejemplo, si el corazón es un órgano altamente referido debido a que puede "ser percibido" (Gellert, 1962; Munari *et al.*, 1976), ¿puede dicha "experiencia" permitir inferencias acerca de una red constituida por corazón-venas-arterias-vasos capilares? En el mismo sentido, si la *aparencia rojiza* de la piel es, asimismo, un dato accesible a la percepción, ¿son capaces los niños de 6-7 años de edad, por ejemplo, de establecer la relación entre este hecho y el aumento de la corriente sanguínea en los capilares? Parece ser que la respuesta sería negativa

debido, principalmente, a que los conceptos involucrados necesitan, tal vez, interrelacionarse de una manera diferente para ser comprendidos, y no porque los fenómenos sean o no observables. Más lógico sería pensar que establecerían una causa inmediata entre la fuente de calor (el sol) y sus efectos sobre la piel preteriendo los factores sanguíneos. Por otra parte, para algunos otros autores (Glaun y Rosenthal, 1987), la comprensión del organismo como un sistema interrelacionado de estructuras y funciones sólo es posible cuando los adolescentes alcanzan el periodo de las operaciones formales, es decir, cuando esté implicada una forma de razonamiento que organice los datos de manera diferente. De manera similar (véase Capítulo I), en la comprensión de los agentes causales de la enfermedad, la naturaleza microscópica de los agentes hace que su papel pueda ser poco comprendido en la causación de la enfermedad (Rozin *et al.*, 1985). Es decir, los elementos no-observables no son pensables.

No obstante, el "acceso directo" al fenómeno, o experiencia, ha estado presente como una pauta que explica el desarrollo del conocimiento biológico de los niños. Por ejemplo, Perrin, Sayer y Willet (1991) evaluaron el razonamiento cognitivo general de los niños y su comprensión de los conceptos acerca de la causalidad de la enfermedad y el funcionamiento del organismo, a partir de las siguientes hipótesis: (1) la complejidad de los conceptos de los niños sobre enfermedad y funcionamiento orgánico será mayor en edades avanzadas, independientemente de la presencia de una enfermedad crónica; (2) el desarrollo cognitivo general de los niños no difiere como una función de la presencia de la enfermedad crónica y, (3) los conceptos acerca de la enfermedad y el funcionamiento del organismo serán más avanzados en niños con enfermedad crónica que en niños sanos de la misma edad. En sentido estricto, esta última hipótesis ejemplifica la manera en la cual se piensa que los hechos accesibles a la experiencia apoyan la construcción del conocimiento relativo a la esfera de esa experiencia. En el conjunto de la literatura analizado por Perrin *et al.* (1991) se encuentra esta suposición; por ejemplo, se ha reportado que niños que padecen asma están menos informados sobre conceptos relacionados con el funcionamiento orgánico que los niños sanos; o bien, los niños con diabetes no difieren de los niños sanos en sus conceptos acerca de la causalidad de la enfermedad. No obstante, se ha reportado

que los niños previamente hospitalizados tienen un conocimiento más sofisticado acerca de la causalidad de la enfermedad que sus pares que nunca han sido hospitalizados.

Perrin *et al.* (1991) llevaron a cabo un estudio con tres grupos de sujetos: 96 niños sanos, 49 niños que sufrían de ataques (seizure disorder) y 47 con problemas ortopédicos (orthopaedic involvement) de un rango de edad de 5 a 16 años. Estos dos últimos fueron definidos como niños con enfermedad crónica (la habían padecido por al menos 6 meses o más, iban a la escuela de manera regular, y no habían sido hospitalizados en los 6 meses previos). De acuerdo con los resultados, la edad se relacionó de manera positiva con la comprensión de los conceptos generales (conservación de masa, peso y volumen), el funcionamiento general y las causas de enfermedad: los niños de mayor edad obtuvieron los puntajes más altos. Los cambios más dramáticos en la estructura de la organización conceptual de los niños parecen ocurrir durante el periodo de las operaciones concretas (de los 7 a los 11 años), continuando con cambios consistentes, pero lentos, a lo largo de la adolescencia. Otros datos señalan que los niños con problemas ortopédicos comprendieron, esencialmente, los conceptos acerca de la enfermedad en el mismo nivel de complejidad que los niños sanos, sin embargo comprendieron de mejor manera las funciones corporales, mientras que los niños que sufrían de ataques, tuvieron una comprensión menos sofisticada de la enfermedad pero, comparados con los niños sanos, una comprensión equivalente del funcionamiento corporal.

A los 5 años, los niños de los tres grupos con habilidades más sofisticadas en el razonamiento general, fueron capaces de identificar de manera apropiada los agentes de la enfermedad y, muchos de ellos, comprendieron que el agente debe ser internalizado para causar la enfermedad. De la misma manera, a los 16 años, sujetos con las mismas habilidades sofisticadas en el razonamiento general, comprenden que la enfermedad ocurre por interacciones entre agentes externos y el organismo y comienzan a comprender los mecanismos de la causación de la enfermedad. No obstante, los conceptos acerca de la enfermedad son marcadamente similares en complejidad entre los niños de los tres grupos. Este

hecho muestra, de acuerdo con Perrin *et al.* (1991), que la experiencia relacionada con la enfermedad promueve, entre los niños con enfermedad crónica, una mejor comprensión sólo en su enfermedad específica, pero ello no conduce a la generalización de ese conocimiento hacia la comprensión de la causalidad de la enfermedad.

En cuanto a las concepciones de los niños acerca del funcionamiento del organismo, los niños con enfermedad crónica obtienen esencialmente el mismo puntaje que los niños sanos. Los niños con problemas ortopédicos describen conceptos de manera más compleja, en estructura, que los niños que padecían ataques. Pero, esencialmente, son los mismos que los de los niños sanos. Este hallazgo sugiere, de acuerdo con los autores, que *los niños con problemas ortopédicos obtienen de su experiencia, condición y cuidados, algunos beneficios en la comprensión de la complejidad de las interrelaciones y transformaciones que constituyen el funcionamiento normal del cuerpo*, "dado que su enfermedad, para ellos, es visible". No así los niños que sufren de ataques. Es decir, *dado el carácter "invisible" de la enfermedad, ello no hace un impacto inmediato en su comprensión*. Sin embargo, si las preguntas que se les plantearon a todos los sujetos apuntan hacia procesos "invisibles", por ejemplo: *¿A dónde va la comida cuando comes? ¿Va a algún otro lado? ¿Cómo llega allí? ¿Cambia la comida en algún lugar de tu cuerpo? ¿Cómo cambia? ¿Qué posibilita que los niños con problemas ortopédicos generalicen el conocimiento acerca de su enfermedad, y de los órganos o aparatos implicados, hacia otros aparatos del organismo?*

Por ejemplo, por los datos expuestos por los autores, parece que una variable de mayor peso lo es el nivel de razonamiento de los sujetos. Por ejemplo, los niños de 5 años con poca sofisticación en su razonamiento general no comprenden la naturaleza sistémica del funcionamiento corporal y tienden a enfocarse en descripciones simples de las partes del cuerpo. Mientras que los más sofisticados, comprenden las relaciones básicas entre algunas partes del cuerpo. Algunos son capaces de describir concretamente, por ejemplo, las transformaciones del alimento. Los adolescentes con un bajo nivel describen conexiones concretas primitivas entre dos partes del cuerpo y sólo muestran conceptos elementales de

transformación y distribución del aire y de la comida; mientras que los adolescentes con un nivel más alto, reportan conexiones e interacciones entre las partes y el funcionamiento del cuerpo. Con todo, quedaría por resolver los patrones observados entre los conceptos de enfermedad y funcionamiento corporal, a saber, por qué las concepciones sobre los órganos corporales y los sistemas son más concretas y menos complejas que las concepciones acerca de la causalidad de la enfermedad.

En resumen, en todas las edades los niños con problemas ortopédicos se muestran menos sofisticados tanto en el razonamiento general como en los conceptos sobre la enfermedad que los niños sanos; mientras que los niños que padecen ataques reportan puntajes similares en el razonamiento general que los niños sanos; pero, de manera considerable, la ejecución es menos sofisticada en los conceptos de enfermedad. Por el otro lado, los conceptos de los niños con enfermedad crónica acerca del funcionamiento corporal no difieren como una función de la presencia de una u otra enfermedad. Dado que Perrin *et al.* (1991) sugieren que los niños con problemas ortopédicos obtienen de su experiencia algunos beneficios en la comprensión acerca del funcionamiento normal del cuerpo (debido a que su enfermedad es “visible”), no se comprende la razón por la cual la experiencia de la enfermedad no es trasladada a las nociones de causación de la misma, ya que la experiencia puede, de hecho, ser la misma y afectar ambos conocimientos de igual manera. A menos, especulamos, que los conceptos acerca de la enfermedad (agentes causales e interrelación de éstos con el organismo) necesiten de un asidero que solamente proporciona la comprensión del cuerpo como un sistema total de interacciones.

2.4 *Las ideas previas de los alumnos sobre el aparato digestivo.*

Un amplio conjunto de trabajos ha analizado el efecto de las *ideas previas* (algunas veces también llamadas *concepciones alternativas* [Wandersee, Mintzes y Novak, 1994]) de los alumnos en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias (Driver *et al.*, [1985] 1996; Flores y Gallegos, 1998; Flores *et al.*, 2003). De entre ellos, solamente analizaremos los referentes a las ideas previas acerca

de la estructura y función del aparato digestivo (Banet y Núñez, 1988, 1989; Núñez y Banet, 1997; Texeira, 2000).

Los estudios de Banet y Núñez indagaron las ideas previas de estudiantes de diversos niveles educativos acerca de la nutrición humana en sus aspectos anatómicos (1988) y fisiológicos (1989): 159 alumnos de 6° de primaria (11-12 años); 101 de 2° de secundaria (15-16 años); 72 alumnos de 3° de bachillerato (17-18 años); 54 estudiantes de la Escuela Universitaria del Magisterio (con especialidad en Ciencias), y 26 profesores de química, geología, matemáticas y ciencias).

Los resultados muestran, de acuerdo con Banet y Núñez (1988), que un elevado número de alumnos desconoce el trayecto que discurre de la boca al estómago, particularmente por: (a) ausencia de faringe, (b) sustitución de faringe por laringe, o bien la inclusión de ambos entes del esófago y, (c) ausencia de esófago. La inclusión de la laringe no supone, en la mayoría de los casos, que los alumnos piensen en la existencia de trayectos comunes para las vías digestiva y respiratoria, noción que sólo se manifiesta con claridad en un reducido número de alumnos (menos del 10%) de los niveles básicos. Asimismo, entre un 10 y un 20% de los alumnos, no relacionan el hígado o el páncreas con el aparato digestivo, mientras que una proporción similar de alumnos señala los riñones como parte del tubo digestivo. Respecto de la localización de los distintos órganos que componen el tubo digestivo, el número de respuestas correctas encontradas es bajo. Por su parte, es de resaltar el caso de aquellos alumnos que consideran al intestino grueso situado entre el estómago y el intestino delgado. Esta alteración en el orden, consideran Banet y Núñez (1988), tiene implicaciones que afectan la noción de conjunto del proceso digestivo y de la absorción. Entre otras, en esos alumnos se observa una ligera tendencia a conectar el hígado y/o páncreas con el intestino grueso; a considerar el intestino grueso más relevante desde el punto de vista de las acciones digestivas; o a relacionarlo con la absorción. Concretamente, los resultados arrojan las siguientes conclusiones:

- En los niveles educativos más avanzados no se observa una tendencia clara hacia un mejor conocimiento de los distintos órganos que conforman el tubo digestivo y del orden en el que están situados.
- Persiste la tendencia a situar el intestino grueso entre el estómago y el intestino delgado (entre 25% o 30% en los diferentes cursos estudiados).
- En relación con la secreción del hígado y páncreas, el nivel más elevado de respuestas correctas se produce en Magisterio, aunque no llega al 35%. En los restantes niveles, es mayor el número de alumnos que hace coincidir la secreción de ambas glándulas en el estómago.

En cuanto a las nociones fisiológicas de la digestión (Banet y Núñez, 1989), los resultados indican que para los alumnos, el estómago es el órgano de mayor importancia en todos los niveles estudiados, mientras que el segundo en importancia es el intestino delgado. Los demás órganos están situados en el siguiente orden de importancia: boca, intestino grueso, ano, esófago y faringe. La importancia que se le atribuye a la boca se relaciona, fundamentalmente, con acciones de naturaleza mecánica, ya que, en la mayor parte de los casos, la saliva no se considera como una secreción con acciones digestivas. Mientras que la función que le atribuyen al ano (entre el 35% y el 40% de la muestra total) se relaciona con la eliminación de las heces. Por otra parte, más del 50% de la muestra total opina que la intensidad del proceso digestivo es mayor en el estómago que en el intestino delgado: "El estómago es el órgano central de la digestión". Los alumnos de sexto de primaria y segundo de secundaria que sostienen esta concepción, también consideran que el hígado o el páncreas vierten sus secreciones en el estómago. En consecuencia, el papel del intestino es explicado por una de estas dos posibilidades: (1) como receptor de las sustancias de desecho ya que la digestión finalizaría en el estómago, y lugar donde se llevaría a cabo la absorción de las sustancias resultantes o, (2) como lugar de absorción de los compuestos resultantes de la digestión, pero sin actividad digestiva ya que el proceso finalizaría en el estómago.

En cuanto a las ideas acerca de la digestión, la mayoría de los alumnos opta por concebirla como el proceso de descomposición del alimento en sustancias más

sencillas. Aunque algunos alumnos del segundo grado de secundaria, también llegan a considerar que los alimentos están conformados tanto por sustancias buenas (aprovechables) como malas (no-aprovechables) y, por tanto, la digestión además de machacar y triturar los alimentos, los separa en sustancias buenas y malas. Es decir, la digestión es concebida a partir de un modelo mecánico de trituración/partición sin implicar transformaciones químicas. En contraste, las explicaciones de los alumnos del tercer curso del Magisterio implican un modelo tanto mecánico como químico: "La digestión consiste en una serie de procesos químicos donde los alimentos se descomponen en una serie de sustancias, las cuales el organismo sí puede asimilar, como son: proteínas, vitaminas, glucosa..."; "La digestión es un proceso que transforma, mediante una serie de acciones físicas y químicas, el alimento inicial en sustancias asimilables por el organismo. En ese proceso, se separan los componentes de cada alimento de forma que se asimila lo que es aprovechable, el resto se expulsa".

De acuerdo con los datos de Banet y Núñez (1989), podemos suponer que la baja incidencia de un modelo químico se debe a las concepciones que tienen los sujetos de la función de los elementos químicos, es decir, de los jugos digestivos. En un buen número de casos se reconoce que el papel de estos jugos es contribuir al proceso digestivo, ya sea ayudando a la digestión (ablandando el alimento), facilitándola o mezclando los jugos con los alimentos para separarlos o triturarlos. Mientras que su participación en la descomposición de los alimentos sólo es reconocida por una proporción relativamente baja de estudiantes. En el mismo sentido, es sorprendente, señalan los autores, el reducido número de alumnos que mencionan la saliva como una secreción digestiva.

En cuanto al concepto de absorción, sólo un número reducido de alumnos confunde digestión con absorción. Aproximadamente un 10% de los alumnos la describe como el tránsito de alimentos por el tubo digestivo. Mientras que entre un 10% y un 15%, opina que la absorción tiene lugar en el estómago. Para estos, la digestión finaliza en el estómago, pasando al intestino los productos de excreción resultantes de la misma (las sustancias malas). Con relativa frecuencia los alumnos hacen referencia a las vellosidades intestinales, uno de cada cuatro

alumnos dice que son como pelillos para absorber. Asimismo, tal vez por la función de trituración dada al estómago (modelo mecánico), se aprecia en las respuestas de los alumnos la noción de incorporación de sustancias más pequeñas a la sangre, como explicación del proceso de absorción.

Con el objetivo de explicitar cómo este conjunto de ideas constituyen modelos conceptuales, Núñez y Banet (1996, 1997 [básicamente nos referiremos a este último trabajo por ser el más reciente y explícito]) examinaron la manera en la cual los estudiantes conciben los procesos básicos de la nutrición humana, el transporte de los nutrientes y gases a través del sistema circulatorio y su utilización en el nivel celular. La muestra consistió de 444 sujetos de grupos en los cuales se había estudiado la nutrición humana (Núñez y Banet, 1996): 159 alumnos de sexto año de primaria (11 a 12 años); 167 alumnos de segundo año de secundaria (13 a 14 años); 72 alumnos de tercero de secundaria (14 a 15 años) y 46 alumnos de quinto de secundaria (16 a 17 años). El instrumento utilizado fue un cuestionario constituido por 19 preguntas.

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: (1) Modelos no-relacionados y no-integrados. (2) Modelos relacionados, no-integrados. (3) Modelos integrados.

En la categoría modelos no-relacionados y no-integrados (Modelos 1 y 2), se incluyen aquellas concepciones caracterizadas por una visión que compartimenta los procesos implicados en la nutrición humana. Ambos Modelos son muy constantes (76%) entre los estudiantes del sexto grado de primaria (11-12 años). En esta categoría, respiración y circulación no están relacionadas con la nutrición; ésta última, para algunos estudiantes, simplemente significa comer y digerir alimentos. Por ejemplo, el Modelo 1 se caracteriza por la ignorancia de los estudiantes del papel del sistema circulatorio en el transporte de nutrientes y oxígeno. Mientras que en el Modelo 2, se establece una relación cercana entre el sistema circulatorio y los procesos digestivo y respiratorio. Sin embargo, los estudiantes todavía no comprenden que el transporte de los nutrientes y oxígeno,

a través del sistema circulatorio, posibilita la utilización de estos por las células. Por tanto, para ellos, el hecho de que los nutrientes pasen de la sangre a los órganos es suficiente para explicar porque el organismo puede vivir y crecer.

En los modelos relacionados no-integrados (Modelos 3 y 4), se incluyen concepciones en las cuales se establecen ciertas relaciones del proceso nutricional, aunque el carácter general e integral no es completamente comprendido. Así, saben que el destino de los nutrientes y del oxígeno son las células pero no saben cómo son utilizados por éstas. Estos dos modelos (3 y 4), son frecuentemente encontrados en estudiantes entre los 13 y los 15 años de edad. Sin embargo, aunque el proceso educativo ha contribuido a una mejor comprensión del rol de la sangre en la relación circulación-respiración-nutrición, se revela una comprensión parcial del proceso que toma lugar en el nivel celular (especialmente el ligado con la obtención de energía).

A diferencia de las concepciones agrupadas en las dos categorías anteriores, en los modelos integrados (Modelos 5 y 6), se observa que los procesos implicados en la nutrición están correctamente relacionados uno con el otro, conduciendo a la adquisición de una percepción global e integrada de las partes. Las diferencias entre los dos modelos (5 y 6), están basadas en la naturaleza de las sustancias que son obtenidas durante la digestión y que son utilizadas al nivel celular: Los estudiantes agrupados en el Modelo 5, saben que **obtenemos nutrientes de la comida** (proteínas, carbohidratos, vitaminas) por medio de la digestión, mientras que los agrupados en el Modelo 6, admiten que **la digestión convierte los nutrientes complejos en sustancias simples** (amino-ácidos, glucosa). Ambos modelos son ampliamente encontrados (69%) entre los estudiantes de 16-17 años, aunque todavía un 31% sigue sosteniendo alguno de los modelos anteriores, pero, de la muestra total, sólo el 13% puede ser incluido en el Modelo 6.

En conjunto, los resultados de Núñez y Banet (1997) indican una pauta de desarrollo que se dirige hacia la comprensión de una interrelación entre los procesos orgánicos. Al mismo tiempo muestran que los sujetos sostienen

nociones en donde predominan las transformaciones exclusivamente mecánicas llevadas a cabo por el estómago en el proceso digestivo (cfr. Banet y Núñez, 1989). Más importante, si comparamos esos resultados con los obtenidos por otros autores, ello nos posibilita suponer cómo se organiza el conjunto de conceptos relacionados con la estructura y funcionamiento orgánico a lo largo del desarrollo. Primero, a los 4-5 años de edad, se comienza a considerar la existencia de algunos órganos, corazón, cerebro, pulmones, estómago (Nagy, 1953; Munari *et al.*, 1976; Crider, 1981; Amann-Gainotti, 1986; Glaun y Rosenthal, 1987); un poco después, a los 7-8 años, les es otorgada la "función" de contenedores (Crider, 1981). En este punto, por ejemplo, el estómago tiene la función de "guardar" el alimento (Nagy, 1952), o "es el lugar donde va la comida" (Gellert, 1962). La comida, por su parte, es transformada por un proceso meramente mecánico (masticación) en "piezas más pequeñas", es decir, la boca es el elemento transformador no el estómago. De acuerdo con (Gellert, 1962), la idea de que la comida sufre un proceso de cambio o transformación en el estómago, es mencionado por primera vez a la edad de 8 años: "Cuando tu tragas todo va hacia el estómago... la comida se disuelve en el estómago"; "La comida se digiere en el estómago". Posteriormente, a partir de los 9 años, el 25% de los niños llegan a mencionar, como una de las funciones del estómago, su papel en la difusión de los alimentos a otras partes del cuerpo. Ahora bien, cuando el estómago es considerado el órgano principal en la digestión (11-12 años) (Banet y Núñez, 1989), este órgano pasa de ser un "contenedor" a ser un "transformador", su función es "triturar los alimentos". En otras palabras, se proyecta el modelo mecánico de la boca al estómago. (De acuerdo con Gellert [1962], no es sino hasta la edad de los 11 años que se llega a considerar, como una función del estómago, algunos aspectos de la digestión.) Al sostener el modelo mecánico, el alimento puede pasar a todo el organismo (se "difunde" al cuerpo), pero con la condición de hacerlo más pequeño (realizar tal función, es el rol otorgado al estómago). Por tanto, no es sólo cuando los niños construyen una "teoría del contenedor" (Carey, 1985) que cambia su concepción del interior del cuerpo; es también cuando le dan "actividad" a ese contenedor. A saber, cuando le dan la función de disolver o triturar los alimentos. El cambio a una concepción "fisiológica", creemos, deviene de seguir conservando la transformación "grande ? pequeño", pero ahora bajo la

acción de sustancias químicas (enzimas, jugos gástricos, pancreáticos, bilis) que reducen el tamaño de las moléculas (carbohidratos ? monosacáridos [glucosa]; grasas ? ácidos grasos y glicerol; proteínas ? aminoácidos) [Peña, 2000, 2001] y no sólo el tamaño del alimento. Concretamente, dicha noción es la que sostienen los sujetos clasificados en el Modelo 6 en el trabajo de Núñez y Banet (1997).

De manera particular, algunos tramos de esta secuencia podemos observarlos en el trabajo de Texeira (2000). Esta autora, estudio las concepciones acerca de la estructura y función del sistema digestivo en 45 niños entre los 4 y los 10 años de edad, mediante una entrevista de corte piagetiano. Los resultados muestran las tres descripciones (Modelos) realizadas por los niños, de las trayectorias que sigue el alimento en el interior del cuerpo: (Modelo 1) toda la comida ingerida permanece en el cuerpo (que es la idea predominante en los niños de 4 años); (Modelo 2) todo el alimento ingerido deja subsecuentemente el cuerpo (6 y 8 años) y, (Modelo 3) una parte de la comida que es ingerida permanece en el cuerpo, mientras que el resto sale (esta idea la sostienen, fundamentalmente, los niños de 10 años).

En el modelo 1, el alimento ingerido permanece enteramente en el cuerpo y no existe una relación entre lo que se ingiere y lo que se excreta. Aquellos sujetos que suponen el cuerpo como un contenedor, comprenden que la comida es "rota" mediante el proceso de masticación. Se vuelve más pequeña pero retiene su identidad. En otras palabras, lo que se ingiere es transformado en tamaño pero conserva, sin embargo, todas sus propiedades originales: "Cuando nosotros la masticamos (la comida), se vuelve masa." Sin embargo, cuando algunos niños se refieren a la trayectoria del alimento a través de diferentes partes del cuerpo, este hecho es explicado por analogía con la acción gravitacional. Mientras que en el Modelo 2, en el cual toda la comida ingerida subsecuentemente deja el cuerpo, existe un concepto de conservación de la cantidad, es decir, existe la creencia de que la cantidad de comida no cambia, independientemente de lo que suceda entre la ingesta del alimento y cuando éste sale del cuerpo. Asimismo, las transformaciones siguen siendo atribuidas a factores físicos tales como la masticación, por tanto, las alteraciones sólo son físicas: el alimento se vuelve más

pequeño, se licua y deviene en la forma de excremento, aunque es el mismo en cuanto a sus propiedades químicas. En otras palabras, guarda su identidad inicial excepto por algunos aspectos físicos adicionales (olor y color).

El Modelo 3, en el cual una parte de la comida ingerida permanece dentro del cuerpo mientras que la otra sale de él, fue sostenido solamente por un niño de 6 años mientras que los demás fueron de las edades de 8 y 10 años. Para algunos niños que sostienen este modelo, el alimento está compuesto de diversos elementos, algunos de los cuales no son buenos para el cuerpo: *"Lo que no es bueno va al intestino. El corazón transforma [la comida buena] en sangre, entonces la bombea a todo el cuerpo"*. ¿Y la comida mala [que va al] intestino? ¿Qué le sucede? *"Se va con la popó"*. De acuerdo con estos niños, descomponer el alimento consiste en hacerlo más pequeño y dando como resultado el aislamiento de sus elementos. Por tanto, los elementos benéficos para el cuerpo son mantenidos adentro de él mientras que los no útiles son excretados. Otros niños consideran que mientras el alimento ingerido viaja a través del cuerpo, una serie de transformaciones toman lugar hasta que la comida llega a una zona del cuerpo en donde partes de ella son transformadas en sangre o células. Esta parte de la comida es la que permanece en el cuerpo mientras que la otra parte sale. No obstante, aunque se vislumbran ciertas transformaciones, éstas no implican cambios químicos.

Lo que podemos inferir de estos datos, es que alcanzar a comprender las nociones sobre las transformaciones químicas implicadas en el proceso nutricional es harto complejo. Por ejemplo, solamente seis niños, mayores de 8 años, indicaron que existen sustancias en el cuerpo que pueden modificar a otras. Es decir, la comida, enfrentada con tales sustancias, es cambiada en algo diferente de lo que era. Su estructura química es cambiada y ahora tiene una nueva identidad. Alteraciones relacionadas con el cambio de propiedades son mencionadas por los niños de todas las edades. Pero, a los 4 años, lo único que comprenden los niños (89%), es que la comida es transformada en piezas pequeñas por la masticación, sólo su apariencia y tamaño es alterado (para algunos otros niños, se suaviza o derrite). Es decir, la comida cambia en sus aspectos físicos pero, a pesar de esa

modificación, la comida conserva sus propiedades químicas iniciales. En resumen, dado que las transformaciones químicas son complejas, son más difíciles para los niños comprenderlas.

Pero, aunque a los 10 años las transformaciones químicas son incomprensibles para estos niños, no deja de haber transformaciones de sustancias. Por ejemplo, por algún mecanismo desconocido el alimento se transforma, en algún lugar también desconocido del cuerpo, en sangre o células. Lo cual podría ser, especulamos, el antecedente de la concepción fisiológica del organismo.

Respecto de los modelos referidos por Texeira (2000), hacemos la observación de que estos son idénticos a los utilizados por Nagy (1953) en el Test aplicado a la muestra de niños estadounidenses, sólo que Texeira no cita a esta autora entre sus referencias. Las preguntas presentadas por Nagy (1953) (6, 7 y 8 respectivamente) sostienen, como puede observarse, los tres modelos:

Bill dice: "Toda nuestra comida va a nuestra sangre y se hace más carne y huesos." Esto es correcto o no. ¿Por qué?

Harry dice: "Toda la comida se va afuera cuando nosotros hacemos del baño." Esto es correcto o no. ¿Por qué?

Johnny dice: "La parte buena de la comida construye nuestro cuerpo. Hace la sangre, la carne y los huesos. La parte que no se utiliza de nuestra comida, el desperdicio, sale cuando vamos al baño." Esto es correcto o no. ¿Por qué?

De acuerdo con Nagy (1953), los niños no saben que asimilación y eliminación son dos funciones complementarias que no pueden ser separadas. Para ellos, el elemento principal del proceso digestivo es la asimilación (conservación); por esta razón, la pregunta 6 sugiere la idea de asimilación, la 7 supone la eliminación y, la 8, un balance entre las dos funciones. De los 80 niños (de 220) que respondieron a la pregunta 8, sólo el 22.50% manifiesta la idea de que una parte del alimento se queda en el cuerpo mientras que la otra se elimina, mientras que el 40.00% sigue sosteniendo, como única función, la asimilación del alimento.

Los datos anteriores, pueden ser asimismo cotejados con las ideas de los niños acerca del trayecto que sigue el alimento dentro del cuerpo. “Con respecto al pasaje de la comida a partir de la boca, se encontraron tres clases de respuesta: (a) la comida va a la cabeza o cuello; (b) la comida va al estómago; (c) la comida va más allá del estómago debido a que es asimilada o evacuada.” (Nagy, 1953, p. 209). Los resultados respecto de estos tres trayectos muestran que los niños húngaros (n = 160) responden con el 8.0%, 51.7% y 40.3% a las clases (a), (b), y (c), respectivamente. Los niños ingleses (n = 270) con el 17.14%, 65.08% y 17.78%, mientras que los sujetos estadounidenses (n = 220) con el 1.93%, 43.75% y 54.32%. En general, como puede observarse, la mayor incidencia de respuesta esta en la clase “b”, es decir, en la concepción de que la comida va al estómago. Esto tal vez se deba, como dice Nagy, a que los sujetos solamente conocen dos elementos del tracto digestivo: boca y estómago. Asimismo, puede constatar que, excepto en la muestra de niños ingleses, la clase “c” compite con la “b” en cuanto a porcentajes. Y, aunque no es reportado por la autora, si tomamos en cuenta que el rango de las tres muestras fue de 4:00 a 11:11 años, tal vez exista la posibilidad que la clase “c” fuera referida por los niños de mayor edad.

Por otra parte, podemos suponer que, en sentido estricto (y como lo muestran los datos de Nagy, 1953 y Teixeira 2000), un modelo tipo 3 no necesita de mecanismos químicos para explicar el hecho de que una parte de la comida se quede en el cuerpo y otra sea eliminada. El conjunto de transformaciones puede ser explicado mediante un modelo de corte mecánico. Sin embargo, es necesario examinar cuáles son las ideas que sostienen los niños sobre los alimentos y, adicionalmente, indagar que características realzan cuando establecen dicotomías tales como alimento nutritivo *versus* no-nutritivo o comida “buena” *versus* “mala”, etc.

2.5 Las concepciones de los niños acerca de los alimentos.

Contento (1981) realizó un estudio para obtener una descripción acerca de qué piensan los niños, que se encuentran en las etapas preoperacional y operacional

concreta, de: (1) los alimentos y las botanas, (2) las transformaciones por las que pasa el alimento y, (3) los efectos de éste sobre el cuerpo. El rango de edad de los niños estudiados fue de 5 a 11 años. De acuerdo con los resultados, se observa que tanto los sujetos de la etapa preoperacional como los de las operaciones concretas, creen que la comida permanece igual, en cuanto a su composición, independientemente de que ésta se corte, se cocine o se haga puré. En cuanto a la tipificación alimento (nutritivo) *versus* botanas (no-nutritivo), los sujetos preoperacionales piensan que cualquier objeto comestible es comida (alimento), mientras que los sujetos en la etapa de operaciones concretas, establecen diferencias entre botanas y comidas (alimentos). Un dato que permite apreciar las ideas de los niños acerca de la composición de los alimentos es aquel relacionado con las vitaminas; a saber, todos los sujetos en la etapa preoperacional (100%), y la mayoría en la operacional concreta (71%), piensan que las vitaminas sólo se encuentran en las pastillas que se ingieren. Sólo el restante 29% de los sujetos pertenecientes a esta etapa, considera que las vitaminas se encuentran en los alimentos.

Por otra parte, los sujetos que se encuentran en la etapa preoperacional, creen que la comida va hacia el estómago y ahí se queda, o bien se va hacia otra parte, pero sin que haya cambios en la comida. Algunos sujetos reconocen que la comida sale del cuerpo pero, de igual manera, sin que el alimento sufra transformaciones. En general, los niños de esta etapa no ven los alimentos como objetos que son asimilados por el cuerpo. Mientras que en la etapa de las operaciones concretas, todos los sujetos entienden que existe un cambio en la comida producido en el estómago, pero difieren en sus concepciones acerca de lo que le pasa al alimento después de haber sido transformado. (1) Algunos niños suponen que los alimentos se transforman en pequeños cachitos o se hacen papilla. (2) Otros dicen que la comida después de transformarse, "aparenta ser sangre", y por medio de la sangre, es transportada hacia otras partes del cuerpo. (3) Otros sujetos utilizan términos como minerales, proteínas, vitaminas y otros nutrientes para explicar lo que sucede con los alimentos en el cuerpo. Asimismo, los sujetos de esta etapa distinguen entre alimentos "buenos" y "malos". La mayoría de ellos menciona que los alimentos te hacen más fuerte, te hacen

saludable y te hacen crecer, pero no pueden describir por qué y cómo ocurren dichos procesos.

En concreto, los resultados muestran que los niños de este estudio no pueden imaginar los cambios que ocurren con los alimentos dentro de su cuerpo ni los efectos concomitantes que conlleva la ingesta. Para Contento (1981), desde el punto de vista de la teoría Piaget estos resultados no son sorprendentes, puesto que los nutrientes son conceptos abstractos y sólo en la etapa del pensamiento lógico formal existe la habilidad para entender este tipo de conceptos. En este sentido, los niños preoperacionales no pueden hacer una clasificación jerárquica: es decir, ellos no pueden entender que el "azúcar" o las "vitaminas" son, al mismo tiempo, componentes de los alimentos. Del mismo modo en el cual los niños de la etapa operacional concreta no entienden cómo entidades abstractas y no visibles, llamados nutrientes, pueden afectar su cuerpo.

De acuerdo con algunos otros autores, este hecho enmarca muy bien el tipo de conocimiento que poseen los niños acerca de la nutrición. Por ejemplo, si bien antes de los 11 años ellos pueden llegar a conocer nutrientes particulares de los alimentos, este hecho no necesariamente mejora su comprensión de la función de los nutrientes en el cuerpo.

En un trabajo acerca de esta temática, Turner (1997) se enfocó en el estudio de las ideas de niños ($n = 212$) de 5 a 12 años, acerca de la comida y la dieta. Se utilizaron entrevistas y dibujos (tarjetas) para ilustrar alimentos familiares y fácilmente reconocidos por los niños de primaria (frutas, vegetales, pan, cereales, carne, pescado). Las tarjetas incluyeron dibujos de dulces, pasteles y papas fritas, los cuales son alimentos comúnmente consumidos por los niños.

En cuanto a la clasificación realizada sobre los alimentos, la mayoría de los 212 niños entrevistados utilizaron agrupamientos mezclados: las categorías 1 (clasificación basada sobre los grupos alimenticios como frutas y vegetales) y 2 (agrupamiento basado en alimentos asociados, por ejemplo, pan-jamón o pescado-papas fritas) alcanzaron, ambas, el 69% de las respuestas. Los alumnos

por debajo de los 8 años utilizaron más los agrupamientos de agradable/desagradable (categoría 6): color, forma, sabor, textura. Mientras que el agrupamiento saludable/no-saludable (categoría 4) sólo fue utilizado por los alumnos de 8 años en adelante.

En cuanto al conocimiento de los nutrientes, se pudo constatar que la mayoría de los niños por lo menos han escuchado del azúcar, la sal, la grasa y las vitaminas e, incluso, dar ejemplos de alimentos que contienen azúcar, sal y grasa. La idea de que las **vitaminas**, como tabletas o pastillas, son para la salud, o son buenas para la gente, fue bastante amplia. Palabras como fibra, minerales y proteínas fueron reconocidas por cerca del 50% de los niños. Los **minerales** fueron relacionados con las vitaminas en tabletas o con el agua mineral. La respuesta más común fue: "Son como las vitaminas, buenos para ti". Sin embargo, pocos niños pudieron proveer explicaciones de las funciones de nutrientes específicos en el organismo. Algunos niños con requerimientos dietéticos especiales, tales como aquellos con diabetes, estaban mejor informados sobre los nutrientes y eran más conscientes de las restricciones que gobernaban su elección (cfr. Perrin *et al.*, 1991). Un hallazgo general, por su parte, indica que los niños más grandes dan explicaciones más detalladas.

Las ideas acerca de la **grasa** incluyen: es parte de la comida; grasa o aceite; la grasa asociada con la obesidad; es parte de la dieta; una sustancia utilizada para cocinar. Para la mayoría de los niños de todas las edades, la grasa era reconocida como algo que está presente en alimentos particulares y que podía ser vista. En muchos casos la grasa fue considerada como no-saludable. Solamente dos niños reconocieron que algo de grasa era necesaria en la dieta, y que era el monto de grasa consumida lo realmente importante para determinar si era o no "mala para ti". Por su parte, los niños consideran que la **sal** y el **azúcar** son sustancias adicionadas a los alimentos para realzar su sabor ("la sal da sabor"; "el azúcar mejora el sabor"), más que constituyentes o ingredientes de alimentos particulares. Su función en el cuerpo fue raramente mencionada (sólo 6 de las 79 respuestas fueron de esta índole, por ejemplo, la sal se mencionó como reguladora del agua y, el azúcar, como ligado a la energía). Más del 50% de los

niños reconocen el término **“fibra”** y muchos de ellos pueden proveer ejemplos de alimentos que contienen fibra. Sin embargo, la mayoría de los niños sostiene ideas muy confusas respecto. Solamente 8 niños fueron capaces de dar una explicación precisa de lo que era la fibra, o de su posible función en el cuerpo; ellas incluían descripciones gráficas acerca de la “limpieza del organismo” (cleaning you out). Mientras que, para la mayoría de los niños, el término **“proteína”** no les es familiar. De la muestra total, sólo dos niños tuvieron una real comprensión de la función de las proteínas y de la fibra en el cuerpo.

En las respuestas dadas por los niños a la pregunta: ¿Por qué comemos?, las razones predominantes están relacionadas con: vida y/o muerte, crecimiento, fuerza y resistencia, salud, energía y, para eliminar el hambre. Turner (1997) dividió en tres grupos estas razones: (1) razones positivas, como “Nos mantiene vivos”; (2) razones negativas, como “Si no comemos, podríamos morir”; (3) razones mixtas, las cuales incluyen: “Mantiene tu salud... si no comes, puede morir”. La mayoría de los niños (54%) dieron respuestas positivas; 28% dieron respuestas negativas y 17% mixtas. De manera notoria, pocos niños (6%) mencionaron el hambre. Asimismo, puede observarse que existe poca diferencia en las respuestas dadas entre los diferentes grupos de edad. Así, mientras que los niños mayores de 8 años tendieron a hacer declaraciones más detalladas, los datos indican que incluso, quizá también los niños de 5 y 6 años tienen un conocimiento considerable de los alimentos y la dieta.

No obstante, es posible observar, en los resultados de Turner (1997), que dicho conocimiento, ni a los 11-12 años, implica conceptos de transformación. Los alimentos sirven al cuerpo mediante una especie de (en espera de encontrar un término mejor) “empatía”. Si son “buenos” sirven para la salud, si son “malos” enferman. No obstante, y eso es lo importante, la mayoría de las razones esgrimidas por los niños conllevan consecuencias del orden biológico: vivir, crecer, mantener la salud. Aún cuando sean relaciones de entrada-salida. Corroboración de lo anterior es el bajo porcentaje (6 %) de la muestra total (212 sujetos) que señala el hambre como una razón a la pregunta *para qué comemos*. En cierto sentido, el que los niños posean un gran conocimiento acerca de los

alimentos no es del todo extraño. Para Birch, Fisher y Grimm-Thomas (1999), la experiencia de los niños acerca del comer y de los alimentos está formada por el medio y las interacciones sociales proveídas por los padres y cuidadores, es decir, el aprendizaje de los patrones de alimentación. Este aprendizaje se refiere a si un alimento es ingerido o no en una ocasión particular, e influenciado por múltiples factores: la familiaridad con el alimento; las propiedades hedónicas (¿es dulce?); las náuseas (o la enfermedad) asociadas con ese alimento; las preferencias (¿tiene buen sabor?); las ideas sobre la procedencia del alimento (origen animal o vegetal), o cómo fue preparada, y las creencias sobre las consecuencias nutricionales y de salud. Es decir, el conocimiento obtenido por los niños sobre los alimentos y el comer, abarca tanto componentes sociales como biológicos. Asimismo, dado que los patrones de alimentación caracterizan tanto la frecuencia y cantidad de comida como qué alimentos deben ser ingeridos, el aprendizaje impacta en qué, cuándo y cuánto comer. Por tanto, de acuerdo con Birch *et al.* (1999), durante los primeros 5 años de vida, los niños son continuamente proveídos con educación nutricional tanto formal como informal. Esto incluye la procedencia de los alimentos (la leche la dan las vacas); las consecuencias de comer un alimento en particular (“Come tus verduras para que crezcas grande y fuerte”); si algunos alimentos son “buenos” o “malos” para nosotros, así como lo que constituyen reglas aceptables de mesa (“No puedes comer pizza en el desayuno”; No se le pone catsup a las manzanas dulces”). Con todo, mucha de la información importante que los niños adquieren sobre los alimentos y el comer no es primordialmente un producto explícito de la transferencia de información, sino adquirida indirectamente como resultado de asociaciones repetidas de los alimentos en contextos sociales y consecuencias fisiológicas de la ingesta.

Una corroboración de lo anterior es el aprendizaje de contingencias por parte de los niños en el contexto del comer y los alimentos descrito por Lepper (en Birch *et al.*, 1999). Ante exposiciones del tipo: “Si te comes las zanahorias entonces podrás comerte el postre”, los niños aprenden a identificar los alimentos-recompensa de aquellos que *deben* de comer, así como los valores relativos de los alimentos basados en las maneras en las cuales les son presentados. Es decir, la distinción alimentos “buenos o malos” para comer, se proyecta asimismo en

“buenos o malos” *para el organismo* (vivir, mantener la salud, crecer, etc.) y, además, dado que esta idea está basada en “patrones de alimentación” depositados culturalmente, es posible que no sufra cambios a través de la edad. Es decir, dicho conocimiento puede permanecer sin alteraciones debido, principalmente, a que de la gran variedad de alimentos disponibles en el medio ecológico, los miembros de una cultura consumen una pequeña cantidad, la cual es casi siempre la misma y es la que introducen en las nuevas generaciones. Pero no sucede lo mismo con el conocimiento acerca de los componentes de los alimentos y su interrelación con el organismo, conocimiento que sí parece cambiar a lo largo de la edad.

En un estudio sobre las experiencias de los niños de preescolar acerca de la comida mediante juegos donde ellos elegían los alimentos y la forma de cocinarlos, Matheson, Spranger y Saxe (2002) pudieron observar que los niños utilizaban métodos apropiados de preparación para los alimentos. Sólo hubo tres instancias en donde usaron prácticas inapropiadas, incluyendo la preparación del alimento sobre el suelo o añadiendo mostaza sobre la fruta, o helado sobre una hamburguesa. Asimismo, al presentar los alimentos que habían preparado, los niños hicieron muchos comentarios a la investigadora que estaba con ellos en el juego de cocina: “Esto es bueno para ti, hará que crezcas y estés saludable”. “Debes comer poco de todo”. Dos niños expresaron que la ingesta debía ser moderada. Una niña sugirió que ella debería comer poca cantidad de comida porque era pequeña, mientras que la investigadora debería comer mucho porque era grande. Un niño declaró: “Tu no puedes hacer dos comidas, la segunda comida debe ser una botana”.

En el momento en el cual le ofrecían a la investigadora lo que habían cocinado, se encontraron tres conductas diferentes: (1) fueron indiferentes o ignoraron el comentario de la investigadora respecto de que ella no quería comer eso; (2) proveían un alimento alternativo y, (3) insistían en que ella se comiera lo que le ofrecían. En este último caso, algunos niños dijeron cosas como: “No puedes tener una botana hasta que te hayas comido tu cena” o “Debes comer toda la comida, incluso lo que no te gusta”. (Lo cual parece reflejar los patrones de los

padres en el momento de alimentarlos.) Respecto de la forma en la cual clasifican los alimentos en esta edad, dicha clasificación parece estar basada primordialmente en lo concreto, en las características físicas observadas como el color o la forma, más que en criterios abstractos tales como los grupos alimenticios. Aunque los resultados, de acuerdo con Matheson *et al.* (2002), no indican que los niños ignoren las conductas relacionadas con la nutrición, en nuestra opinión, en la mayoría de los casos las respuestas de los niños parecen implicar un conocimiento social más no biológico; por ejemplo, las botanas o postres se comen después de la comida principal o toda la comida que se sirve debe comerse). Sin embargo, algunas de las justificaciones, si bien atienden a relaciones entrada-salida (como por ejemplo, comer alimentos nutritivos-crecer o estar saludable), son más biológicas (aunque incipientes) que sociales.

En resumen, de acuerdo con los resultados de Contento (1981), Turner (1997), Birch *et al.* (1999) y Matheson *et al.* (2002), es posible afirmar que incluso los niños de 4-5 años de edad poseen un conocimiento aceptable acerca de los alimentos y de lo que deben comer, mediado por “patrones de alimentación” organizados culturalmente. Sin embargo, en lo referente a los componentes de los alimentos, lo que observamos (véase Turner, 1997) es que, o bien éstos son diferentes de los alimentos (“las vitaminas son tabletas o pastillas que se toman para conservar la salud”), o son accesorios hedónicos (“el azúcar mejora el sabor de los alimentos”). En este sentido, pensamos que cuando un “patrón de alimentación” clasifica los alimentos lo hace estableciendo la dicotomía alimento nutritivo *versus* no-nutritivo con base en salientes “macroscópicas”, tangibles; es decir, retomando elementos existentes del mundo mesocósmico de la experiencia humana (Rodrigo, Rodríguez, y Marrero, 1993), como leche, carne, naranja, etc. En otras palabras, el aprendizaje de los alimentos se centra en este nivel, no en el nivel “microscópico” de los carbohidratos, lípidos o proteínas; ni en el nivel del carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Además, si los alimentos “macroscópicos” sólo sufren, de acuerdo con las concepciones de los niños, una transformación en el tamaño mediante el proceso de masticación, sea en la boca o en el estómago, entonces no existe el concepto de digestión como rompimiento de moléculas o desmontaje de los componentes “macroscópicos” de los alimentos. Si

se come carne de vaca, estamos ingiriendo proteína *elaborada por la vaca*, no proteína humana; pero "... si las moléculas proteicas de [esta] comida son desintegradas en sus ácidos aminados constituyentes, y éstos se absorben y vuelven a integrarse en un orden diferente apropiado a las necesidades del que ingirió la comida, todo funciona bien" (Asimov, 1993, p. 135). Por el contrario, como dice este autor, si se obvia el sistema digestivo y se inyectan proteínas extrañas en nuestra sangre, ello puede causar un gran daño, incluso la muerte. El organismo humano es materia orgánica que consume tanto materia orgánica como inorgánica (minerales). La materia orgánica es la que debe ser desmontada, la materia inorgánica existe en el cuerpo humano de la misma manera que existe en la naturaleza. Por tanto, el estómago tiene una función, no precisamente la de almacenar o "masticar" el alimento. "Una vez terminada la operación de desmontaje, o casi, mis células vuelven a montar los trozos de alimentos, pieza a pieza, pero de otra manera, según lo que tengan que fabricar. Balance de las operaciones: la materia de mi cuerpo es idéntica a la de los seres vivos que me como, pero organizada de manera diferente. Cien mil programas de fabricación..."

"Siguiendo sus directivas, se producen proteínas, lípidos o azúcares que, reunidos, se transformarán en piel, glóbulos rojos, dientes, pelos, depende..."

"Así, soy un poco conejo, patatas fritas y ensalada (o sardinas, espinacas y manzana, según lo que haya comido). Pero conejo, patatas y ensalada desmontadas, y vueltas a montar de otra manera" (Giordan, 2000, p. 81).

2.6 El desarrollo de la comprensión de los fenómenos biológicos en los niños.

Parece no haber duda que, en distintas edades, los niños hacen descripciones acerca de ciertos fenómenos biológicos (por ejemplo, herencia, enfermedad, funciones corporales, etc.) con diferente grado de complejidad e implicando un mayor número de elementos dentro de sus explicaciones, como puede observarse en las siguientes respuestas de tres niños de 6, 9 y 11 años, respectivamente (Lawson, 1991, p. 485):

Betsy: ¿Adónde va la comida cuando tú la comes? *Va dentro de tu cuerpo. ¿Va a tú cerebro? No. ¿Va a tus pies? Sí.*

Bob: ¿Cuándo tú comes, sabes a dónde va la comida? *Al estómago, entra en este como tubo rizado, aquí abajo, y entonces haces pipí y popó. ¿Y una parte [de la comida] queda dentro y la otra sale? Algo así, las cosas nutritivas te ayudan a crecer. ¿Y [las cosas nutritivas], adónde van? Eso es algo que yo no sé.*

Matt: ¿Cómo digiere el alimento un animal? *Tú masticas la comida y luego va dentro de tú estómago, el cual tiene ácidos y esa clase de cosas que la disuelven en trozos pequeños. ¿Luego, qué sucede? Va dentro de las células de la sangre y tu corazón las bombea a todo tu cuerpo, para que pueda llegar a otras células.*

De acuerdo con Lawson (1991), una interpretación razonable de este incremento en el conocimiento parece sugerir que es el resultado de la adición de pequeños trozos y piezas de “hechos científicos” a una *tabula rasa*, en vez de una construcción personal de creencias no-científicas como lo arguye el constructivismo. Pero, supóngase que Betsy, de alguna manera (pláticas con sus padres, en la escuela, mediante libros o programas de televisión), obtuvo el trozo de información: “el alimento que comes va hacia dentro de tu cuerpo”. Entonces, cabe preguntar, ¿de dónde extrajo la idea de que el alimento sí va a los pies pero no al cerebro? O bien también se lo dijeron, o ella lo “infirió”. Como la primera posibilidad no parece razonable, la segunda quizá se encuentre enmarcada en el conocimiento que tiene acerca del comportamiento de los objetos. Éstos caen hacia abajo, nunca hacia arriba. Es decir, la topografía de su cuerpo señala la dirección arriba ? abajo. Incluso, observamos en algunos datos aportados por Teixeira (2000), que para los niños pequeños, el alimento puede llegar a otras partes del cuerpo solamente si se “dobla” el cuerpo a la altura de la cintura o se “arquean” los brazos hacia arriba. En otro ámbito también se observa un hecho similar. Los niños que suponen que la tierra es redonda, ubican a sus habitantes en la parte superior de ésta, si este no fuera el caso, podrían caer (Nussbaum, [1985]1996; Samarapungavan, Vosniadou y Brewer, 1996). En este caso así como en el anterior, parecería que las “ideas previas” de los niños apoyan la resolución de algunos hechos que les son difíciles de comprender. Subsecuentemente,

cuando un niño entra en posesión del concepto de gravedad, la idea de que los habitantes de la tierra se encuentran solamente en la parte superior es cambiada. De la misma manera, un niño (como Matt) que ya incorporó a su conocimiento algunos aspectos del funcionamiento del sistema circulatorio, es capaz de hacer llegar, por este medio, los nutrientes al cerebro.

Rowlands (2001), sosteniendo los argumentos dados por Carey (1985) [los niños pequeños intentan interpretar los fenómenos biológicos desde el conocimiento psicológico, dado que su conocimiento biológico no es lo suficientemente poderoso como para generar predicciones y explicaciones desde su propio dominio] y por Lawson (1991) [la mente de los niños es una *tabula rasa*, en la cual el conocimiento generado no deviene del previo], arguye que los niños pequeños tienen poco conocimiento de los mecanismos biológicos que podrían explicar el funcionamiento del cuerpo. Con la edad, dicho conocimiento crece constantemente, pero es sólo hasta los 10-11 años cuando desarrollan un *marco biológico básico*. Para Rowlands (2001), tal conocimiento debe, obviamente, ser adquirido de alguna fuente, y no puede ser desarrollado solamente desde la experiencia personal. Incluso si los niños no han sido enseñados de manera formal, la información deviene de libros, televisión, museos, conversaciones informales con los adultos, etc. En este sentido, el conocimiento específico no está basado sobre el conocimiento previo.

El problema central aquí tiene que ver con el criterio de poseer mecanismos causales aplicables a los fenómenos biológicos. Una teoría intuitiva (véase Gelman, 1996), para ser considerada como tal, debe poseer, además de una ontología distintiva, leyes causales de dominio específico, creencias interrelacionadas y recurrencia a instancias no-observables. En este sentido, parece claro que los niños de 6-7 años de edad, generalmente, poseen un extenso conocimiento cotidiano de sus propios cuerpos, tal como los cambios corporales cuando se crece. Algo de ese conocimiento podría implicar “causas”, como saber que no comer conduce a que el cuerpo adelgace. Sin embargo, para Rowlands (2001) ello refleja un conocimiento directo de las causas, lo cual es diferente de una comprensión profunda de los mecanismos causales. De manera general,

podemos adherirnos a este argumento y estar de acuerdo en que los niños pequeños carecen de un conocimiento de los mecanismos biológicos específicos. Pero, entonces, cuál es el parámetro para considerar que los niños explican el funcionamiento corporal con base en su conocimiento biológico. Como lo señala Rowlands (2001), desde la perspectiva de un adulto científicamente educado, los procesos corporales son vistos como de naturaleza química o bioquímica. Los detalles quizá sólo sean esquemáticamente conocidos, pero podrían acceder a una comprensión básica del cuerpo como una "máquina bioquímica". De alguna manera, pueden llegar a saber que las células del cuerpo proveen la "superestructura" para llevar a cabo un sorprendente conjunto de reacciones químicas interrelacionadas, que involucran sustancias químicas de gran complejidad. En este sentido, es la complejidad de esas sustancias y reacciones la que provee la explicación para las muchas funciones que los seres vivos llevan a cabo. Los niños, por su parte, carecen de esta clase de marco, es decir, de ideas sobre los procesos químicos y bioquímicos. No obstante, argüimos, si carecen de mecanismos bioquímicos, ¿ello quiere decir que no poseen ningún otro mecanismo explicativo?

De acuerdo con Inagaki y Hatano (1999), la conciencia acerca de los procesos corporales se desarrolla marcadamente de los 3 a los 4 años; en estas edades, reconocen que los procesos corporales son independientes de sus propias intenciones. A los 3 años, diferencian claramente entre los actos involuntarios de los latidos del corazón o la respiración de los actos voluntarios como son la satisfacción de la sed o del hambre, aunque también tienden a sobreestimar la habilidad de la mente en el control de los latidos del corazón. Mientras que los niños de 4 y 5 años reconocen que las actividades de los órganos internos están más allá de su propio control. Con todo, esto no necesariamente indica que los niños pequeños comprendan los mecanismos o los procesos mediadores implicados en las funciones corporales. Pero, podría ser que, al distinguir fenómenos biológicos y psicológicos, ello también implicara la utilización de mecanismos causales diferentes. En este sentido, Inagaki y Hatano (1993) sostienen que los niños pequeños que rechazan la causalidad intencional para los fenómenos biológicos, pero que no utilizan la causalidad mecánica en sus

explicaciones, de manera frecuente usan una forma intermedia de causalidad, la cual puede ser llamada “causalidad vitalista”.

Mientras que la utilización de la *causalidad intencional* implica que la intención de la persona causa el fenómeno objetivo, la *causalidad mecánica* (mechanistic) da a entender que los mecanismos fisiológicos lo causan. En contraste, la *causalidad vitalista* indica que el fenómeno objetivo es causado por la actividad de un órgano interno, el cual tiene “agencia” o inicia una actividad de carácter sustancial. Dicha actividad puede ser descrita como la transmisión o intercambio de “poder vital” (el cual puede ser conceptualizado como alguna sustancia inespecífica, energía o información). En sentido estricto, la causalidad vitalista es diferente de la causalidad intencional de la persona, en el sentido de que las actividades del órgano que inducen el fenómeno son independientes de la intención de la persona que posee ese órgano.

Con base en lo anterior, puede afirmarse que la biología de los niños es vitalista y, bajo esta tendencia, especifican relaciones en torno de ciertos procesos que ocurren en las cosas vivas (animales y plantas), tales como el mantenimiento de la vida y el crecimiento: (1) los niños pequeños asumen que todas las cosas vivas, como los seres humanos, toman el “poder vital” de los alimentos o del agua para mantener la vida y el vigor. Los niños creen que los seres humanos pueden vivir 100 años o más si toman el monto suficiente de poder vital. En contraste, una carencia de poder vital por periodos prolongados produciría la muerte y, (2) los niños pequeños suponen que las cosas vivas pueden crecer en tamaño utilizando un superávit de poder vital. Si los animales comen poco, o se les da poca agua a las plantas, estos organismos no crecerán. Considerando el primer punto, parece claro que el “poder vital” es algo que se obtiene o tiene que ser ingerido desde el exterior. En tal caso, para los niños pequeños la fuente obvia para la ingesta de “poder vital” la constituyen dos elementos salientes, la comida y el agua. Con todo, no todos los alimentos poseen el mismo “poder”; es decir, dado que la noción de “poder vital” corresponde en parte con la nutrición, se supone que aquellas comidas que son consideradas como buenas para la salud (vegetales), contienen mayor poder vital que aquellas que no son particularmente saludables

(pasteles o dulces). Concretamente, la comida es la fuente más saliente de poder vital. Una idea derivada de lo anterior, es la suposición de que el organismo gasta o pierde “poder vital” llevando a cabo sus actividades o simplemente viviendo; como consecuencia, la ingesta de alimento y/o agua debe ser llevada a cabo de manera regular. En este sentido, es plausible que la biología vitalista de los niños pequeños se establezca alrededor del comer o la nutrición.

Sin embargo, aunque la causalidad vitalista parece organizar y coordinar tanto instancias biológicas (animales y plantas) como procesos (nutrición y crecimiento) (Inagaki y Hatano, 1999), no es claro si lo que describen los niños es simplemente la “transmisión” del “poder vital” que contiene la comida; en tal caso, el organismo parecería ser considerado solamente como el depósito (estático) de lo que se introduce en él; ni si el organismo, activo, realiza alguna función para “extraer” el “poder vital” de los alimentos (sin que, por supuesto, ello implique “intencionalidad de órgano”; o sea, explicaciones intencionales o psicológicas). Asimismo, tampoco es claro si, por algún proceso, se genera un “intercambio”, es decir, el cambio de una sustancia por otra. De la misma manera permanece oscuro que significa: “las actividades del órgano que inducen el fenómeno”, dado que no explicitan cuáles son las actividades que realiza un determinado órgano, ni cuáles son los fenómenos inductos (¿inducen el “intercambio”?). En algunos datos presentados por Inagaki (en Inagaki y Hatano, 1999), se menciona que ante la pregunta “¿Puede el abuelo de Taro, quien tiene 80 años de edad, vivir hasta los 100 o los 200 años si come, regularmente, una buena cantidad de alimento?”, la mayoría de los niños de 6 años da respuestas afirmativas ante esta cuestión, y un tercio de ellos las justifica de esta manera: “Porque comer alimento produce energía”; “Comer bastante nos hace vigorosos”. Mientras que ante la cuestión: “¿Puede Natuko, quien se hirió su pierna, sanar más rápidamente si ella come abundantemente?”, uno de los niños respondió: “Sanará más rápidamente [si ella come mucho], porque el alimento nutritivo en su estómago puede ser enviado a la pierna herida”. En sentido estricto, estas respuestas sugieren que es el alimento, o el “poder vital” de éste, lo que produce la energía, el vigor o la curación. Pero, por otra parte, también se observa que los niños no llegan a establecer pasos intermedios que conlleven una explicitación del proceso (como lo señalaba

Rowlands [2001], atienden a las causas directas pero no a los mecanismos causales), ni parecen coordinar la información acerca de la ingesta con otro tipo de información como aquella relacionada con el ciclo vital. En este caso, existe una sobrevaloración del “poder vital” contenido en los alimentos que produce, por sí mismo, una extensión en el tiempo de vida (un ser humano puede vivir 100 o 200 años solamente con comer alimentos nutritivos). Por tanto, el organismo aparece como el conjunto de efectos causados por el “poder vital”.

En un intento por establecer la posible tendencia de los niños respecto de la comprensión vitalista de los fenómenos biológicos, Morris, Taplin y Gelman (2000), realizaron una replica (Experimento 1) del Estudio 2 de Inagaki y Hatano (1993) con el objetivo de determinar si niños australianos de 5 años, cuando razonan sobre funciones biológicas, creen en principios intencionales o tienden a invocar mecanismos fisiológicos, o si, previo a la emergencia del razonamiento biológico-fisiológico o mecanicista muestran, al igual que los niños japoneses, una preferencia por las explicaciones causales vitalistas. Mientras que el objetivo de los Experimentos 2 y 3, fue examinar la contribución de los dos elementos supuestos en el vitalismo, a saber, la energía y la intencionalidad de órgano en el razonamiento biológico de los niños.

Las seis preguntas del Experimento 1, tuvieron la siguiente organización: (1) ¿Por qué crees tú que tomamos alimento todos los días? Cada una de ellas con 3 posibilidades de elección, una de corte **I**ntencional: *Porque nos gusta tomar alimentos deliciosos*. Una de corte **V**italista: *Porque nuestro estómago toma energía de los alimentos*. Y, finalmente, una de corte **F**isiológico: *Porque tomamos el alimento dentro de nuestro cuerpo, después de que el alimento cambia en nuestro estómago*. O bien, (2) ¿Por qué nuestra sangre fluye alrededor del cuerpo? **I**: *Porque movemos nuestros cuerpos de forma que nuestra sangre pueda fluir alrededor de él*. **V**: *Porque nuestro corazón trabaja duro para enviar energía con nuestra sangre*. **F**: *Porque el corazón trabaja como una bomba y empuja nuestra sangre alrededor*.

Los resultados del Experimento 1 parecen sugerir que existe una fuerte preferencia por aquellos ítems vitalistas que contienen una referencia a la energía que con aquellos que se refieren a la intencionalidad de órgano.

Con el fin de corroborar si es la tendencia de los niños hacia la elección de propuestas vitalistas o la forma en la cual se elabora la pregunta, Morris *et al.* (2000) utilizaron dos tipos de preguntas: (1) “¿Qué sucede cuando...?” y, (2) “¿Qué hace...?”. El primer tipo de pregunta se refiere al proceso causal que acompaña la función biológica, mientras que el segundo se refiere al antecedente causal de la función. Asimismo, la elección que debían hacer los sujetos podía encajar en dos posibilidades, energía (E) o intencionalidad de órgano (IO):

¿Qué hace que nosotros (qué pasa cuando nosotros) tomemos alimentos todos los días?

E: Nuestro estómago toma energía de los alimentos.

IO: Nuestro estómago quiere tomar alimentos.

¿Qué hace que nuestra sangre fluya a diferentes partes de nuestro cuerpo?

E: Nuestro corazón bombea sangre con la energía de nuestro cuerpo.

IO: Nuestro corazón quiere enviar sangre para nuestro cuerpo.

Los resultados de este Experimento (2), muestran que el componente vitalista que favorecieron los individuos involucra el uso de energía por los órganos del cuerpo. Este efecto se encontró en todos los grupos de edad, para ambos tipos de preguntas causales y para todos los procesos biológicos (excepto respiración). Esto confirma la aseveración de que para los niños y los adultos el razonamiento vitalista está más ligado a creencias sobre las fuerzas vitales o el rol de la energía que a creencias que impliquen el hecho de que los órganos del cuerpo poseen propiedades psicológicas tales como la intención. Sin embargo, como lo mencionan los propios autores, no queda claro si la preferencia por las explicaciones que incluyen referencias a la “energía”, implica un rechazo o una aceptación concomitante de la intencionalidad de órgano.

Por su parte, en el Experimento 3, a los sujetos se les dieron tres explicaciones alternativas en forma de pregunta, cada una requería una respuesta sí/no (las

cuales eran igualmente aceptables): una pregunta implicaba energía (E), otra lo que el órgano quiere (OQ) mientras que la última lo que el órgano piensa (OP):

¿Qué pasa cuando tomamos alimento todos los días?

E: ¿Nuestro estómago toma energía del alimento?

OQ: ¿Nuestro estómago quiere tomar alimento?

OP: ¿Nuestro estómago piensa en tomar alimento?

¿Qué pasa cuando nuestra sangre fluye a diferentes partes de nuestro cuerpo?

E: ¿Nuestro corazón bombea sangre con energía por nuestro cuerpo?

OQ: ¿Nuestro corazón quiere bombear sangre por nuestro cuerpo?

OP: ¿Nuestro corazón piensa en bombear sangre en nuestro cuerpo?

Consistente con los resultados del Experimento 2, en el Experimento 3 se observó que el componente “energía” fue aceptado, tanto por los niños como por los adultos, de manera más frecuente que el componente “intencionalidad de órgano”. No obstante, los resultados también parecen indicar que las ideas sobre la intencionalidad de órgano no pueden ser descartadas por completo dado que tal vez sean un elemento importante que explica, de alguna manera, aspectos o tendencias en el desarrollo del pensamiento biológico *naive*. Pero antes debe clarificarse cuál es el significado de la intencionalidad de órgano. Para Morris *et al.* (2000), existen tres posibilidades: primero, atribuir intencionalidad (una característica psicológica) a los órganos biológicos puede sugerir un fallo en la distinción entre las entidades biológicas y psicológicas. Segundo, el hecho de que muchos participantes entre los 9:11 y los 11:05 años respalden la explicación “lo que el órgano quiere”, sugiere que no es meramente la expresión de un pensamiento biológico inmaduro y, tercero, cuando se le atribuye intencionalidad a los órganos, el uso es metafórico más que literal.

En conclusión, los datos del Experimento 1 muestran que un componente vitalista guía el razonamiento de los niños pequeños. Los hallazgos del Experimento 2, a su vez, permiten suponer que el componente vitalista más comúnmente respaldado es el de “energía”. Mientras que los resultados del Experimento 3 confirman la existencia de este patrón en todos los grupos de

edad, e indican, además, que los participantes de todas las edades respaldan, cuando es el caso, la intencionalidad de órgano con respecto al deseo pero no al pensamiento. Con todo, para estos autores existe la posibilidad, en torno de las respuestas encontradas en el Experimento 2, de que los niños escojan la opción “energía” en razón de que la palabra suena científica o porque es algo familiar. Con el objetivo de determinar la plausibilidad de esta alternativa, Morris *et al.* (2000) condujeron un pequeño estudio control (15 niños de Kinder de 5 años de edad) en el cual se presentó una tarea idéntica a la del Experimento 3, excepto que la palabra *energía* fue reemplazada por la palabra *electricidad* (por ejemplo, “¿Nuestro dedo cortado usa electricidad para mejorar?”). Bajo el supuesto de que si los niños prefieren la explicación que contempla el término “energía” simplemente porque la palabra suena sofisticada y científica, entonces se podría esperar que los niños también elijan explicaciones que incluyen el vocablo *electricidad*. Sin embargo, los niños rechazaron este tipo de explicaciones².

Por último, dado que las respuestas de los niños australianos (Morris *et al.*, 2000), parecen reflejar una preferencia hacia las proposiciones que implican el uso de “energía” rechazando, a la vez, aquellas que implican “intencionalidad de órgano” (en este sentido, los resultados de Miller y Bartsch [1997] revelan que sólo cuando se presentan las opciones de energía, cerca del 40% de los sujetos norteamericanos en todos grupos de edad, seleccionaron este tipo de respuesta en referencia a las explicaciones biológicas), podría sugerirse que, posiblemente, “energía vital”, es un constructo que posibilita explicar los procesos biológicos y, asimismo, tal vez, guía el razonamiento en el dominio biológico. Por otro lado, la preferencia encontrada con niños australianos es también común en los sujetos japoneses estudiados por Inagaki y Hatano (1993). Este paralelo trans-cultural en las respuestas de ambos participante (japoneses y australianos), a saber, la tendencia a rechazar las explicaciones intencionales para los procesos corporales

² Las conclusiones a las cuales podría llegarse a partir de estos datos siguen siendo, con todo, bastante ambiguas. No sabemos cuál es el sentido que los niños le atribuyen al término “energía”, ni a que fenómenos o procesos lo aplican de manera sistemática o como tendencia. Si los niños aplican el término “electricidad” sólo a los artefactos y no a los seres vivos, lo único que podríamos saber es que distinguen entre entidades de dominios diferentes. Sin embargo, el término “energía” es aplicable tanto a los artefactos (por ejemplo, los refrigeradores necesitan “energía” para trabajar) como a los seres vivos (por ejemplo, los niños necesitan comer bien para tener mucha “energía”); en tal caso desaparecen las fronteras entre las entidades. Por último, quedaría por resolver cuál es el sentido que se le da a dicho término y, sobretodo, su aplicación.

y centrarse en el concepto de “energía”, quizá sugiere que la distinción entre los dominios de conocimiento biológico y psicológico está presente en los niños de ambas culturas, por lo menos, desde la edad de 5 años de edad.

Uno de los aspectos a considerar en futuras investigaciones es, por un lado, indagar si el sustantivo “energía” es utilizado solamente respecto de los fenómenos biológicos o, por el contrario, si es también aplicado a otras clases de fenómenos con el mismo sentido: la “energía” eléctrica, el calor como una forma de “energía”, la luz como “energía” radiante. Por el otro, el adjetivo “vital” (como perteneciente o relativo a la vida) no aparece en ninguna de las posibilidades de elección dadas a los niños. Por tanto, no es posible saber, por el momento, si los sujetos utilizan o no el concepto “energía vital”. Para Rowlands (2001), la sugerencia de que los niños son “vitalistas” en su forma de pensar ha recibido hasta ahora poca indagación. Básicamente, la investigación de las ideas de los niños acerca de la energía ha sido hecha en el ámbito de la física. Por tanto, para este autor, falta investigar la posibilidad de que los niños usen el concepto “energía” en un sentido más amplio que en las ciencias físicas, es decir, con un sentido vitalista. Algunos otros autores como Watts y Gilbert (en Rowlands, 2001) mencionan que los niños sostienen una idea sobre la “energía centrada en lo humano”; es decir, la energía está asociada principalmente con los seres humanos o con objetos que son tratados como si tuvieran características humanas.

Coincidente con la propuesta de Inagaki y Hatano (1999), otro grupo de trabajos (Slaughter, Jaakkola y Carey, 1999; Jaakkola y Slaughter, 2002; Slaughter y Lyons, 2003), ha postulado que quizá los niños sostengan principios causales específicamente biológicos organizados en torno de un razonamiento de tipo teleológico-vitalista. Los hallazgos de Slaughter *et al.*, (1999), muestran que en las edades de 4 y 5 años aparece una primera teoría vitalista del cuerpo humano que conlleva una comprensión coherente acerca de tres aspectos cruciales de una biología vitalista: la emergencia del concepto “vida” como un organizador central (la cual llega a considerarse como la meta teleológica del funcionamiento corporal), la adquisición del conocimiento sobre las funciones biológicas del

organismo y la comprensión de “la muerte” como el fin del ciclo vital. De acuerdo con estas autoras, este patrón apoya la afirmación de que la construcción de una biología vitalista provee la base estructural para un cambio general en los conceptos biológicos de los niños. Así, el concepto “vida” se transforma de una noción animista enfocada en el movimiento, la actividad o la utilidad, a una meta biológica última atribuible a todas las cosas vivas; mientras que el concepto “muerte” cambia, de “un vivir en circunstancias alteradas”, hacia el fin inevitable del ciclo vital, la cesación de la vida. Asimismo, puede observarse que los niños que han construido una “teoría de la vida” y, además, reconocen que la meta última del funcionamiento corporal es el mantenimiento de la vida, son también los que comienzan a desarrollar un conocimiento funcional acerca del cuerpo y de sus órganos vitales. A saber, los niños de 4-5 años que han llegado a conceptualizar de una nueva manera el fenómeno “vida”, organizan de forma diferente su conocimiento biológico que aquellos que todavía no lo han realizado. A los primeros, Slaughter *et al.*, (1999), los tipifican como “Teorizantes de la vida” (LTs), mientras que a los segundos, como “No-teorizantes de la vida” (NLTs).

Ahora, si bien puede observarse un avance en la conceptualización de los fenómenos biológicos a partir de la adquisición de una “teoría de la vida”, la problemática se sigue centrando en si los niños sostienen o no principios causales específicamente biológicos (véase Rowlands, 2001). Es decir, si los niños pequeños tienen o no algún principio explicatorio causal de dominio-específico para razonar sobre procesos y entidades biológicas. De acuerdo con Jaakkola y Slaughter (2002), este “requisito de principios” conlleva dos componentes: primero, los niños deben tener alguna clase de principios causales con los cuales razonar acerca de los fenómenos biológicos. Segundo, los niños deben usar esos principios para explicar *solamente* esos fenómenos. Esto es, un principio dado puede contar sólo como un principio biológico si es específico para razonar sobre entidades y fenómenos biológicos. Un candidato podría ser el principio teleológico/funcional propuesto por Keil (1994) si y sólo si, los niños llegan a explicar propiedades biológicas no sólo en términos de metas y funciones, sino si lo hacen en cuanto a metas y funciones específicamente biológicas (razonamiento teleológico con metas biológicas). Solamente de esta manera sería un principio

causal mediante el cual se puede considerar que los niños razonan sobre lo biológico y sólo sobre los objetos biológicos. Jaakkola y Slaughter (2002), al cuestionar qué cuenta como meta biológica, proponen un candidato que, dicen, es obvio: la vida. Puede ser así dado que el concepto “vida” parece estar claramente en el núcleo de lo que es mediado por algo que es biológico; es decir, cuando algo está vivo, funciona como un sistema biológico y se conforma de acuerdo con las leyes biológicas. En este sentido, es preciso conocer cuándo los niños comienzan a conceptuar, por ejemplo, el cuerpo humano en términos de la meta del mantenimiento de la vida, y cómo la información factual que ellos están aprendiendo sobre los órganos del cuerpo, se integra en torno de esta meta. Para esclarecer este punto, las autoras llevaron a cabo un estudio con 49 niños de 4, 6, 8 y 10 años de edad con el objetivo de examinar su conocimiento acerca del cuerpo.

Un aspecto importante que realzan las autoras, tiene que ver con la distinción del conocimiento factual de los niños relativo a la función y localización de los órganos del cuerpo. Para Jaakkola y Slaughter (2002), el conocimiento sobre la función de un órgano depende del razonamiento teleológico, en este sentido, el conocimiento de los niños de la función del órgano pudiera estar entrelazado con su comprensión de una teleología biológica en cuanto comienzan a construir la noción de una máquina corporal. En contraste, el conocimiento de la localización de un órgano es, presumiblemente, no teórico en naturaleza, por ende, no se esperaría que dicho conocimiento llegue a tener alguna relación con la teleología biológica.

En el Estudio 1, se les hicieron a los niños, por cada parte del cuerpo (13 partes dadas en el mismo orden invariante: corazón, cerebro, músculos, ojos, dientes, pulmones, huesos, sangre, manos, estómago, piel, nervios y lengua), tres preguntas: (1) ¿Dónde está X? (Where is X?); (2) ¿Para qué es X? (What is X for?); (3) ¿Qué pasaría si alguien no tuviera X? (What would happen if somebody didn't have X?). Como tarea final, se les preguntó sobre dos procesos corporales: comer alimento y respirar aire. Específicamente: (1a) ¿Por qué comemos? (Why do we eat food?); (1b) ¿Qué sucede con la comida que comemos? (What happens to the food

that we eat?); (2a) ¿Por qué respiramos aire? (Why do we breathe air?) y, (2b) ¿Qué sucede con el aire que respiramos? (What happens to the air that we breathe?). En general, los resultados arrojan que el corazón es considerado como necesario para la vida (80%), seguido por la sangre (60%) y los pulmones (35%). La comida y el aire fueron también vistos como necesarios pero sólo el 40% de las veces. Las restantes partes del cuerpo fueron descritas como necesarias sólo el 20% de las veces, tal vez porque algunas de ellas (por ejemplo, manos, dientes) no son consideradas necesarias para la vida. Sin embargo, incluso entre las partes corporales “vitales” existe cierta asimetría, en este caso, por ejemplo, el estómago fue considerado sólo el 20% de las veces como necesario para la vida. Respecto de la tipificación de los sujetos, un tercio de los niños de 4 años fueron cualificados como LTs, mientras que la gran mayoría de los niños de 6 años (y todos los de 8 y 10 años) fueron clasificados como LTs.

En el Estudio II, se les preguntó (40 niños de 4:01 a 5:11 años de edad) a los sujetos acerca de 7 partes del cuerpo. Cinco partes “vitales”: corazón, cerebro, pulmones, sangre y estómago. Dos partes externas: ojos y manos. Y dos procesos: ingerir comida y respirar aire. Los resultados indican un efecto principal de designación de la Teoría y un efecto principal del tipo de conocimiento. De manera específica, los LTs proveen significativamente más funciones correctas que los NLTs, pero no se observan diferencias significativas entre ambos en cuanto a la localización correcta. Por tanto, parece que la adquisición de una *Teoría-de-la-vida* corresponde con un incremento en la comprensión funcional sobre el cuerpo humano.

En general, el conjunto de los resultados muestra que: (1) el conocimiento factual (función y localización) de los niños incrementa entre los 4 y los 6 años; (2) existe un dramático incremento, en esos años, en cuanto a sostener como meta el mantenimiento de la vida, lo cual sugiere un cambio cualitativo más que cuantitativo, dado que una vez que los niños comienzan a conceptuar “vida” (entre los 4 y los 6 años), se estabiliza la tendencia a realizar apelaciones a la vida sólo con pocos órganos vitales y sustancias; (3) existe un patrón en cuanto a la relación entre la apelación a la vida y el conocimiento de la función de órgano, es

decir, entre el descubrimiento por parte de los niños de que hay una cosa llamada “vida” y que los órganos del cuerpo actúan para mantenerla.

No obstante, surge la cuestión acerca de cómo están relacionados el surgimiento de una teorización sobre la vida y el conocimiento de las funciones corporales en el desarrollo de la teoría biológica de los niños. De acuerdo con Jaakkola y Slaughter (2002), existen dos posibles escenarios de desarrollo. Primero, podría ser que los niños aprenden que la gente muere o deja de vivir cuando ciertas funciones corporales vitales cesan. Al mismo tiempo, ellos quizá adquieren conocimiento sobre las funciones específicas de pocos órganos vitales: el corazón bombea sangre o el estómago digiere los alimentos. Estos hechos combinados podrían conducir a los niños a la atribución de vida como la meta última de las funciones corporales. Segundo, de manera alternativa, podría ser que exista alguna otra fuente para el desarrollo del concepto “vida”. Por ejemplo, de acuerdo con R. Gelman (citada en Jaakkola y Slaughter, 2002), que éste sea cooptado de los “principios internos” (innards principle), es decir, que se adscriba a las entidades con auto-movimiento un poder causal interno. Por tanto, una vez que los niños tienen el concepto “vida”, quizá los dirija a buscar y pensar sobre las funciones específicas de las funciones internas corporales. Por último, otra posible fuente de apoyo para el surgimiento de dicha conceptualización sea localizada en la interacción con los adultos. Es decir, dado que los adultos hacen uso del concepto “vida” en el conjunto de las explicaciones que les dan a los niños, parecería lógico que tal concepto pudiera ser adquirido a través de la interacción padres-hijos y/o con los pares (Slaughter y Lyons, 2003). Con todo, lo realmente importante es que la adquisición del concepto “vida” les posibilita razonar de un modo diferente acerca de los fenómenos biológicos.

2.7 ¿Poseen los niños, realmente, un grupo organizado de concepciones en torno del funcionamiento del interior del cuerpo?

El libro seminal de Susan Carey (1985), *Conceptual change in childhood*, introdujo algunas problemáticas en torno de la naturaleza de las ideas de los niños en el dominio específico de la biología. Grosso modo, dos son los argumentos esgrimidos en ese libro que han hecho proliferar las investigaciones, en el mayor de los casos, con el objetivo de contradecirlos:

1. Los niños carecen de conocimiento biológico entre los 4 y los 7 años de edad. El conocimiento de los niños pequeños sobre algunos aspectos de la biología, como las funciones de los órganos internos, la reproducción, el crecimiento y la muerte, no parece incluir plantas y animales en una sola categoría. Solamente a partir de los 9-10 años, se atestigua el surgimiento de un conocimiento netamente biológico.
2. Es en los marcos [frameworks] no-biológicos, en los cuales se puede localizar el conocimiento de las funciones orgánicas: muerte, crecimiento, reproducción, género, etc. En cada caso, los niños de 4 años ven esos procesos como aspectos de la conducta humana y, la comprensión de ello, está incorporada al interior de explicaciones intencionales de la conducta. Esto es, las explicaciones se ofrecen en términos de los deseos y creencias de los actores. Por tanto, sus explicaciones son intencionales y bien se les puede llamar psicológicas [frameworks "psychological"] en contraste con aquellas de carácter biológico.

En sentido estricto, ambos argumentos podrían ser reducidos a lo siguiente: la carencia de un conocimiento estrictamente de carácter biológico a los 4-7 años, está dada por devenir de un marco psicológico que interpreta de manera intencional o conductual los fenómenos biológicos. Es decir, el marco utilizado confunde tanto los fenómenos como los tipos de explicación. No obstante, un grueso de la literatura ha aportado, de manera específica, evidencia de que los niños pequeños (4-6 años de edad) diferencian entre fenómenos psicológicos y

biológicos (Inagaki y Hatano, 1987, 1993, 1999; Hatano e Inagaki, 1994; Coley, 1995; Miller y Bartsch, 1997). O bien, que son capaces de distinguir entre movimientos, propiedades y partes internas de animales (órganos) y artefactos (partes mecánicas o eléctricas) (Gelman y Gottfried, 1996). Mientras que otra parte de la literatura muestra que los niños disponen de un marco teórico biológico autónomo que no deviene del dominio psicológico y les permite, asimismo, explicar instancias y fenómenos biológicos específicos. Sea que la adquisición de una biología naive sea posibilitada por una teleología/funcional (Keil, 1992) o bien por una tendencia esencialista (Gelman y Hirschfeld, 1999). En resumen, el conjunto de los hallazgos muestra, como lo señalan Slaughter y Lyons (2003), que contrario a lo mencionado por Carey (1985), los niños no hacen uso explícito de conceptos provenientes de la psicología intuitiva cuando razonan acerca de fenómenos biológicos.

En sentido estricto, la evidencia establecida por este conjunto de propuestas ha llegado a mostrar que, de los cuatro criterios estipulados por Gelman (1996) para poder establecer que los niños poseen una teoría intuitiva de dominio específico, a saber: (1) una ontología distintiva; (2) leyes causales de dominio específico; (3) creencias interrelacionadas y, (4) recurrencia a instancias no-observables, por lo menos, se cumple con el criterio esbozado en el punto (1). Sin embargo, como arguyen Au y Romo (1999), en adición al trazado de los contornos ontológicos en un dominio, también deben especificarse los dispositivos causales básicos en ese dominio a fin de ofrecer bases coherentes para el razonamiento acerca de fenómenos relevantes, es decir, debe cumplirse el punto (2). Por tanto, para que se les pueda acreditar a los niños la posesión de una biología intuitiva, estos tienen que ir más allá de hacer una distinción ontológica entre clases biológicas y no-biológicas. Deben tener también alguna idea acerca de los dispositivos o mecanismos causales que se aplican solamente a los fenómenos biológicos. Si llega a mostrarse que tales ideas son sostenidas, entonces, tal vez pueda decidirse si un grupo de creencias cualifica como una biología intuitiva.

De acuerdo con Au y Romo (1999), mucha de la investigación sobre la comprensión que tienen los niños de los fenómenos biológicos se ha enfocado

sobre los procesos, las relaciones entrada-salida y los agentes causales (“fuerza vital”, esencias, etc.), más que en los dispositivos o mecanismos causales en sí. De acuerdo con esta argumentación, antes de que los niños comprendan cualquier mecanismo biológico específico, tienden a aplicar la mecánica naïve para razonar tanto acerca de las entidades vivas como de las cosas no-vivas. Estas autoras aportan evidencia de que los niños en edad escolar tienden a elegir, en tareas de elección forzada, explicaciones causales mecánicas sobre otra clase de explicaciones, sean genéticas, intencionales o vitalistas para dar cuenta de los fenómenos biológicos. Por ejemplo, la acción de los gérmenes que pueden causar la enfermedad o la descomposición de los alimentos (“los gérmenes se propagan en todo el cuerpo”; “los gérmenes van a la garganta”; “los microbios entran y se propagan dentro del pescado”); fuerzas mecánicas que pueden causar la muerte (“algunos animales podrían comérselo”; [se muere] “sí tu lo pisas”); transferencia mecánica de sustancias al bebé de manera explícita (“las células, genes, ADN, sangre o comida va dentro del bebé”; “el bebé tiene la sangre/genes de la madre”; “la madre pintó o tiñó el pelo del bebé”), o bien, de manera implícita (“el bebé estaba dentro del vientre de la madre”). Por tanto, podría concluirse que cuando los niños (aunque también algunos adultos) intentan introducir algún mecanismo causal para dar sentido a los fenómenos biológicos que se les presentan, casi siempre utilizan un conocimiento que conocen lo suficientemente bien, a saber, la mecánica naïve. Ahora bien, si la inclusión de dispositivos o mecanismos causales dominio-específicos es crucial para determinar si un conjunto de creencias intuitivas cualifica como una teoría naïve, entonces, se torna difícil suponer que los niños desarrollan una teoría biológica intuitiva. No obstante, como lo señalan Au y Romo (1999), debe ponderarse el hecho de sí es necesario que una teoría intuitiva incluya, para ser considerada como tal, mecanismos causales de dominio específico.

Como lo sostienen Inagaki y Hatano (2002), el hecho de que los niños ignoren mecanismos fisiológicos no significa que no posean una biología intuitiva. Guardando las distancias (véase el Capítulo I, sobre lo dicho por D. Kuhn, 1989, acerca de la carencia de los niños para coordinar las relaciones teoría-evidencia), una teoría naïve quizá sea, toscamente, más similar a una teoría científica que a

un esquema o que a un guión, los cuales no involucran principios causales explicativos. Los guiones (al igual que las narraciones, son tipos de conocimiento relativamente ateórico) tienen la estructura de las generalizaciones empíricas; éstas “hacen por sí mismas pocas reivindicaciones causales, si es que las hacen. Como mucho, invocan una noción muy general de la existencia de un vínculo causal entre antecedente y consecuente. No plantean compromisos ontológicos, ni apoyan hechos contrarios. Como resultado, las predicciones que puedan generar son bastante limitadas, básicamente del tipo de que lo que ha pasado con anterioridad volverá a suceder de nuevo. De forma similar, solamente llevan a restricciones limitadas sobre la interpretación de nuevos datos. Finalmente, y en el mejor de los casos, generan explicaciones bastante limitadas y poco profundas” (Gopnik y Meltzoff, [1997] 1999, pp. 70-71). Por el contrario, suponer que un conjunto de conceptos se encuentra organizado “como-en-una-teoría” (véase Murphy y Medin, [1985] 1999) elimina la restricción sobre la interpretación de nuevos datos. Por ejemplo, se ha comprobado que aunque los niños nunca hayan pensado acerca de las cosas que se les preguntan, no dejan de mostrar “fuertes sesgos al preferir algunas clases de mecanismos sobre otros. Por tanto, quizá ellos tengan un grupo de principios... tan generativos o productivos que pueden dar razón de las intuiciones acerca de un grupo amplio e indefinido de fenómenos biológicos novedosos” (Keil, 1992, pp. 132). Mientras que, adicionalmente, una “teoría” posibilita el compromiso ontológico necesario para incorporar solamente instancias de un dominio particular (Gelman, 1996). Es decir, las teorías naïve parecen incluir piezas coherentes de conocimiento que envuelven principios o dispositivos causales característicos. Por tanto, la posesión de una teoría le permite a los niños predecir e incluso explicar, de manera coherente, un grupo de fenómenos (Inagaki y Hatano, 2002). En otras palabras, tal vez podamos llegar a saber que los niños poseen una teoría naïve en el momento que ellos realicen predicciones diferenciadas, coherentes y razonables.

Atendiendo más a la manera en la cual los niños tienden a explicar el conjunto de fenómenos biológicos, algunas propuestas han postulado la existencia de principios causales subyacentes que caracterizan el conocimiento inicial de los niños: la causalidad vitalista (Inagaki y Hatano, 1999; Slaughter y Lyons, 2003),

las explicaciones teleológico funcionales (Keil, 1992, 1994) y el esencialismo (Gelman *et al.*, 1994; Gelman y Hirschfeld, 1999). Aunque se requiere de mayor investigación, el vitalismo parecería ser un candidato viable en cuanto a la manera en la cual los niños pequeños explican fenómenos relativos a los seres vivos (Slaughter y Lyons, 2003), dada la gran frecuencia con la que eligen este tipo de causalidad en comparación con la causalidad mecanicista e intencional (Inagaki y Hatano, 1993; Miller y Bartsch, 1997). No obstante, sin dejar de lado los argumentos de Au y Romo (1999), queda abierta la cuestión de si una concepción vitalista provee a los niños con la posibilidad de realizar interpretaciones de eventos nuevos (Keil, 1992). De ser así, un “marco explicatorio vitalista” podría incluir, bajo este sistema interpretativo, un amplio número de fenómenos de manera coherente (aunque con tintes vitalistas). A saber, se cumpliría con lo estipulado por Gelman (1996) en el punto (3).

En conclusión, no sólo hay que ponderar si la inclusión de mecanismos causales debe ser un criterio que permita decidir si se posee o no una teoría intuitiva, sino, a la vez, examinar los criterios utilizados para evaluar las respuestas de los sujetos. Por ejemplo, Au y Romo (1999) consideran como explícita la transferencia “mecánica” de sustancias (sangre, ADN, comida o genes) de la madre al bebé e, independientemente de la sustancia, le dan el mismo valor. Mientras que consideran la transferencia mecánica de sustancias como implícita, cuando los niños dicen que es porque el bebé estaba dentro del vientre de la madre o también, cuando dicen que el bebé tiene el mismo color de pelo que la madre porque ésta le tiñó el pelo al bebé. Tal vez valga la pena cuestionar por qué ambas respuestas son calificadas dentro de la misma categoría. Además, ¿qué de causalidad mecánica tiene el hecho de que la madre le tiña el pelo al bebé? Por ejemplo, Springer (1999) califica como “biológica” la idea de que los niños sepan que los bebés se encuentran en el vientre materno antes del nacimiento, con dicha información, dice el autor, ellos pueden reconfigurar sus ideas acerca de la herencia. Sin embargo, el mismo tipo de respuesta es considerado por Au y Romo (1999) como “causalidad mecánica”. Por tanto, es deseable un ajuste en los criterios.

Unido a lo anterior, se encuentra el parámetro bajo el cual se puede tipificar una respuesta como biológica. De acuerdo con Rowlands (2001), desde la perspectiva de un adulto científicamente educado, los procesos que ocurren en el interior del cuerpo son concebidos como de naturaleza química o bioquímica, mientras que los niños carecen de este tipo de marco explicativo. Sin embargo, es necesario preguntar si dicha carencia significa que no poseen algún otro marco explicativo o teoría intuitiva. O significa solamente que los adultos “científicamente educados” alcanzan ese nivel explicativo. Si es así, entonces habría que indagar entre los adultos no educados científicamente. Por ello, cuando Springer (1999) dice que los niños pequeños (entre 4 y 5 años de edad) poseen una “teoría biológica” de la herencia, más no “genética”, logra, correctamente, separar entre dos marcos explicativos cualitativamente diferentes. Por tanto, un examen adecuado de las ideas de los niños acerca del dominio específico de la biología, debe considerar los cambios progresivos entre distintos sistemas interpretativos o teorías intuitivas a lo largo de la edad. Específicamente, los cambios que ocurren en las concepciones acerca del funcionamiento corporal.

CAPÍTULO III

“LA COMIDA QUE SIRVE, LA GUARDAMOS EN EL ESTÓMAGO”. LAS IDEAS DE LOS NIÑOS Y LOS ADOLESCENTES SOBRE EL PROCESO DIGESTIVO.

3.1 El problema de tipificar la naturaleza del conocimiento biológico en los niños.

El conjunto de los datos aportado por la literatura que ha dirigido la atención hacia el estudio del conocimiento anatómico-fisiológico que poseen los niños y los adolescentes, muestra que éste sufre un desarrollo gradual y constante entre los 4-5 y los 15-16 años de edad (Nagy, 1953; Gellert, 1962; Munari *et al.*, 1976; Crider, 1981; Carey, 1985; Amann-Gainotti, 1986, Amann-Gainotti y Tambelli, 1987; Glaun y Rosenthal, 1987; Perrin *et al.*, 1991; Tunnicliffe y Reiss, 1999; Sungur *et al.*, 2001; Reiss *et al.*, 2002). En cuanto al conocimiento anatómico, el grado de avance se ha medido de acuerdo con el número de órganos representados, lo correcto de la localización y las interrelaciones entre ellos. De acuerdo con niveles que van desde el más básico, el cual da cuenta de sólo tres órganos representados aunque colocados tanto adentro como afuera de las paredes corporales (Nivel I), hasta la localización correcta de los órganos y la conexión entre ellos, conformando un sistema funcional (Nivel IVb) (Amann-Gainotti, 1986). O bien, desde la ausencia de representación de la estructura interna (Nivel I), hasta la integración, con cuatro órganos o más, de un sistema o aparato (Nivel 7) (Reiss *et al.*, 2002). De igual manera, el conocimiento fisiológico parece avanzar de la no-comprensión de las funciones de los órganos o de los aparatos/sistemas hacia una concepción más integral y sofisticada de las mismas (Nagy, 1953; Gellert, 1962; Glaun y Rosenthal, 1987; Perrin *et al.*, 1991; Sungur *et al.*, 2001). En sentido estricto, por tanto, el conocimiento referente al interior del cuerpo abarca, en pocas palabras, tanto la estructura como la función (Banet y Núñez, 1988, 1989; Núñez y Banet, 1997; Texeira, 2000).

Asimismo, parece claro que dicho conocimiento es abordado, incluso por los niños de 4-5 años, como parte del dominio biológico (Keil, 1992, 1994; Inagaki y

Hatano, 1993, 1999, 2002; Miller y Bartsh, 1997; Au y Romo, 1999; Slaughter, Jaakkola y Carey, 1999; Morris, Taplin y Gelman, 2000; Jaakkola y Slaughter, 2002; Slaughter y Lyons, 2003). No obstante, sigue siendo discutible cualificar el tipo de ideas que subyacen en la comprensión de los niños acerca de las funciones corporales. Para algunos autores, éstas pueden ser de tipo vitalista (Inagaki y Hatano, 1993, 1999, 2002; Miller y Bartsh, 1997; Morris, Taplin y Gelman, 2000; Slaughter, Jaakkola y Carey, 1999; Jaakkola y Slaughter, 2002; Slaughter y Lyons, 2003), teleológico-funcionales (Keil, 1992, 1994) o bien, de tipo mecánico (Au y Romo, 1999).

Si nos centramos en el problema de la separación de los dominios, los hallazgos de Inagaki y Hatano (1993, 1999, 2002) apoyan la suposición de que los niños pequeños comprenden la distinción mente-cuerpo y, asimismo, poseen una comprensión *naive* de la biología muy distinta de la comprensión que tienen de los fenómenos psicológicos. Sin embargo, aunque otras investigaciones corroboran esta aserción (véase párrafo anterior), la evidencia también indica (cfr. Carey, 1985) que los niños pequeños ignoran los mecanismos fisiológicos que subyacen a los fenómenos biológicos (herencia, enfermedad) y, en particular, los mecanismos implicados en el funcionamiento orgánico. Por tanto, sería factible que en ausencia de dicho conocimiento los niños dependan de una forma de comprensión que parece estar entre lo fisiológico y lo psicológico, a saber, una comprensión vitalista de los fenómenos biológicos. En este sentido, ha sido posible apreciar, relacionado con un incremento en la edad, un cambio que va de una explicación vitalista a una de tipo mecanicista y fisiológica. Aunque también se encuentran datos (Miller y Bartsch, 1997) que indican que las concepciones de tipo vitalista pueden ser adoptadas incluso en la adultez, este hecho quizá puede ser explicado de la misma forma, es decir, como resultado de la ausencia de un conocimiento de los mecanismos fisiológicos involucrados en el funcionamiento corporal.

No obstante, otros trabajos (Morris, Taplin y Gelman, 2000) han concluido que aún y cuando dicha concepción posiblemente funcione como un heurístico explicativo tanto en los niños como en los adultos (cuando es inaccesible un

conocimiento más detallado de los mecanismos causales involucrados), los hallazgos no indican que la concepción vitalista sea necesariamente un estadio intermedio en el desarrollo del pensamiento biológico. Queda, con todo, resolver la cuestión de si los niños son o no, vitalistas. Si la respuesta es afirmativa, quedaría todavía por resolverse el problema de si existe una diferencia entre el vitalismo utilizado por los niños de aquel esgrimido por los adultos.

Dado que una cuestión relacionada con la separación entre fenómenos biológicos y psicológicos tiene que ver con la amplitud del dominio, Inagaki y Hatano (1996) condujeron un estudio para examinar si los niños consideraban plantas y animales dentro de la misma categoría (seres vivos). En una de las condiciones se les presentaron descripciones vitalistas, expresiones que se referían a la incorporación o intercambio de poder vital o energía ("Una persona necesita agua y/o comida. Si ella no toma la energía o poder vital del agua y/o la comida, morirá. Bien, ¿X necesita agua y/o comida?"). Estas expresiones podían ser aplicadas a 9 entidades (animales, plantas y objetos no-vivos), bajo la suposición de que si las explicaciones vitalistas aumentan el uso de propiedades biológicas (comer, crecer, etc.) hacia las cosas vivas, ello implicaría que los niños consideran a los animales y a las plantas como entidades biológicas con los mismos mecanismos subyacentes. En general, los resultados indican que conforme aumenta la edad los niños son más proclives a integrar en una sola categoría (seres vivos) tanto plantas como animales (véase Capítulo 1) y atribuirles, por tanto, las mismas propiedades a dichas instancias. Por ende, podemos sostener que aunado al hecho de que los niños muestran una clara separación entre dominios, también atienden a las semejanzas entre las entidades de una misma categoría ampliando, con ello, el espectro del dominio.

Empero, de acuerdo con Inagaki y Hatano (1999), el grueso de esos resultados (Inagaki y Hatano, 1996) también parece apoyar la idea de que el razonamiento de los niños incluye al menos dos funciones importantes del poder vital en la supervivencia del organismo: (1) las cosas vivas toman el poder vital de la comida o del agua para mantener su vigor, en caso contrario morirían y, (2) el crecimiento es resultado de un superávit del poder vital ingerido, es decir, si los

animales comen poco, entonces no crecen. Una conclusión obvia que podemos extraer de estas consideraciones es que el poder vital o la energía deviene del exterior en forma de comida y/o agua y no es, el poder vital y/o la energía, el producto de la actividad de un agente intencional (lo cual, adecuadamente, elimina la intencionalidad de órgano), así como tampoco serían el resultado de una transformación (sea mecánica o química, mediada por el organismo). Sin embargo, queda la idea, en nuestra opinión, de que para estas autoras "comida" y "poder vital" son sinónimos:

"Dado que la noción de poder vital corresponde en parte a la de nutrición, se cree que aquellos alimentos que son considerados como mejores para la salud (por ejemplo, los vegetales) contienen más poder vital que otros que no son particularmente saludables (pasteles o dulces)... Los padres les dicen a los niños que coman ciertos alimentos saludables (verbigracia, zanahorias o espinacas), tanto por razones biológicas como morales. Esas declaraciones de los padres quizá estén basadas en la noción de poder vital; aunque no siempre lleguen a explicar cuáles componentes de los alimentos que ellos recomiendan son buenos para la salud, creen que su recomendación es correcta porque el alimento parece poseer un monto de poder vital" (Inagaki y Hatano, 2002, p. 117).

Una crítica que pudiera hacerse en cuanto a esta aparente identidad entre comida y poder vital deviene de aquellas investigaciones que han estudiado las concepciones de los niños acerca de los alimentos (Contento, 1981; Turner, 1997; Birch *et al.*, 1999; Matheson *et al.*, 2002), en las cuales se han encontrado diferencias entre comidas "más nutritivas" o "menos nutritivas" (Contento, 1981); "saludables" o "no-saludables" (Turner, 1997) y entre alimentos "buenos" o "malos" (Birch *et al.*, 1999). Sin embargo, en ninguna de estas investigaciones los sujetos han recurrido a clasificar la comida con base en su "poder vital". De manera específica, los niños preescolares o piensan que cualquier objeto comestible es comida (Contento, 1981) o bien, cuando llegan a clasificar los alimentos lo hacen por características tales como la forma y/o el color (Matheson *et al.*, 2002), obviando sus componentes. Pero, de manera primordial, cabe preguntar: si el desarrollo promueve un cambio que va de las explicaciones vitalistas (típicas de los niños de 6 años de edad) a otras de corte mecanicista (típicas de los adultos), ¿por qué los adultos vuelven a dar explicaciones de corte

vitalista a sus hijos en el momento de transmitirles un conocimiento acerca de los alimentos? Además, ¿cuál es la razón para que los adultos señalen que el alimento posee un monto de poder vital, y no sólo un mayor o menor valor nutricional?

Obviando momentáneamente lo anterior, es importante reconocer que un avance importante en el desarrollo del conocimiento biológico de los niños y, de manera particular, en el conocimiento de las funciones corporales, tiene que ver con el hecho de que a los 6 años de edad reconocen que las actividades de los órganos del cuerpo son independientes de las intenciones de una persona (véase Inagaki y Hatano, 1993, Experimento 1). Empero, la razón de atribuirles a los niños una orientación vitalista en su comprensión de los fenómenos biológicos deviene del hecho de que también se muestran más inclinados a escoger explicaciones causales vitalistas para fenómenos biológicos, mientras que aceptan, de manera predominante, explicaciones causales intencionales para fenómenos psicológicos (*Ibidem*, Experimentos 3 y 3A). Adicionalmente, cuando se les presentan tres tipos de explicaciones causales (intencionales, mecanicistas o vitalistas), escogen frecuentemente las explicaciones vitalistas como las más plausibles mientras que los adultos, de manera predominante, escogen las explicaciones mecanicistas (*Ibidem*, Experimento 2). Estos hechos les permiten a Inagaki y Hatano (1999; 2002), concluir que la causalidad que aplican los niños pequeños a los fenómenos biológicos no parte del dominio psicológico (no es intencional) y, a la vez, es diferente de la causalidad mecánica, en resumen, es vitalista. En sentido estricto, la causalidad vitalista sería el antecedente de la causalidad mecánica o fisiológica (en otras palabras, la naturaleza de la biología naive de los niños pequeños). En resumen:

1. Ocurre un cambio conceptual o reestructuración en la comprensión biológica entre los 4 y los 10 años de edad, pero, contrario a las afirmaciones de Carey (1985), este cambio está caracterizado no por una diferenciación entre el dominio biológico y el psicológico, sino por un cambio cualitativo dentro del propio dominio autónomo de la biología.
2. Esta biología naive de los niños pequeños, puede ser descrita en términos de "causalidad vitalista".

No obstante, tales asertos deben ser tomados con cuidado. Morris *et al.* (2000) señalan, en relación con la metodología utilizada en algunos de los estudios (Inagaki y Hatano, 1993; Miller y Bartsch, 1997), que a pesar de que los sujetos estudiados tienden a respaldar explicaciones vitalistas para procesos biológicos, **espontáneamente, los niños no ofrecen explicaciones vitalistas**. Por tanto, bien pudieran elegir aquella respuesta que es acorde y/o representa cabalmente sus propias concepciones, o bien, aquella que se acerca más, pero no del todo, a sus ideas. Asimismo, debe tenerse presente la tendencia, examinada por Winer, Hemphill y Craig (en Morris *et al.*, 2000), de acuerdo con la cual, incluso cuando no es presentada una alternativa correcta, niños y adultos tienden a seleccionar una incorrecta, en vez de rechazar la pregunta.

3.1.1 Los métodos de indagación.

En la literatura revisada, muchos de los trabajos orientados por una perspectiva dominio-general (sea de corte piagetiano o no), resalta la utilización de la entrevista clínica, con o sin el apoyo de otros materiales (por ejemplo, dibujos), en la indagación del conocimiento biológico de los niños (Munari *et al.*, 1976; Contento, 1981; Crider, 1981; Glaun y Rosenthal, 1987). Por su parte, desde el trabajo de Carey (1985), el enfoque dominio-específico ha hecho uso (incluyendo la entrevista clínica) de cinco métodos de investigación: (i) proyección inductiva; (ii) patrones de atribución; (iii) entrevista clínica piagetiana; (iv) distinción apariencia *versus* realidad y, (v) juicios sobre categorías erróneas.

La entrevista clínica de corte piagetiano¹ (o método clínico), sobra decirlo, ha sido ampliamente utilizada en la investigación en psicología del niño (véase Vinh-Bang, [1968] 1970) y, aunque ha demostrado su eficacia, parafraseando a Claparède (véase el prefacio a la obra de Piaget *El lenguaje y el pensamiento en el*

¹ El método clínico utilizado por Piaget en sus primeros trabajos (por ejemplo, en *El lenguaje y el pensamiento en el niño* [1923/1976, Buenos Aires: Guadalupe], o en *La representación del mundo en el niño* [1926/1975, Madrid: Morata]) sobre el estudio del pensamiento verbal del niño, se centraba en "la conversación pura y simple". A partir de los años 40, se enfocó en las operaciones efectivas y concretas ("la acción en sí") de los niños en torno de materiales sobre los cuales actuaban (véase el trabajo de Piaget y Szeminska, *La génesis del número en el niño* [1941/1967, Buenos Aires: Guadalupe]). En este sentido, el material mismo se hizo "clínico" (o crítico, de allí también el nombre de "método crítico"). No obstante, permanecieron intactos los principios fundamentales de la interrogación clínica.

niño), en perseguir y exponer a la luz del día el enigma de la estructura del pensamiento del niño, no deja de mantener ciertos problemas de exactitud, algunos de ellos, sin lugar a dudas, resueltos por la pericia del investigador. Sin embargo, el hecho de que cada entrevista siga su propio derrotero no permite que todos los sujetos entrevistados lo sean en las mismas condiciones (por lo menos respecto de la secuencia de las preguntas). Una manera de establecer un control sobre ello ha sido establecer el uso de entrevistas semi-estructuradas. Con todo, no es un método muy empleado en la perspectiva dominio-específica.

Empero, los cuatro métodos restantes lo han sido de manera frecuente. De manera típica, en la *proyección inductiva* se prueba la atribución que hacen los niños de nuevas propiedades (similaridad). Por ejemplo, primero se les enseña que dos animales (por ejemplo, perros y abejas) tienen una propiedad dada, posteriormente se trata de ver si a partir de allí concluyen que todos los animales la tienen. En los *patrones de atribución de propiedades biológicas* la pregunta se centra en saber a qué entidades le son aplicadas ciertas propiedades (por ejemplo, dormir, tener hijos, comer, etcétera). Dado que las entidades sobre las que se pregunta son animales, plantas y seres inanimados, entonces se esperaría ver el patrón de atribución empleado por los sujetos (¿x respira?). Mientras que la *distinción apariencia versus realidad* se enfoca en la forma en la cual los sujetos clasifican la pertenencia de una entidad y, sobre todo, si existe un ajuste entre las propiedades subyacentes a ciertas entidades y la forma en la cual se clasifican esas entidades, es decir, saber si las entidades son lo que ellas parecen. Por ejemplo, puede creerse que las ballenas, por su apariencia, son más parecidas a los peces que a los mamíferos. Por último, los *juicios sobre categorías erróneas* permiten saber si la aplicación de los predicados sobre ciertas categorías son correctas o no y, además, saber si los enunciados son correctos o falsos. Por ejemplo, "La idea es verde" es una categoría errónea, dado que "idea" no es una clase de cosa que pueda ser verde (ni de cualquier otro color); pueden ser verdes las mesas, los animales, los edificios, etcétera. Mientras que el enunciado "El Palacio de Bellas Artes es verde", es meramente falso. "Keil (...) afirma que ciertos conceptos (ontológicamente básicos) tienen un status especial en nuestro sistema

conceptual, y que ese grupo de conceptos ontológicamente básicos puede ser diagnosticado desde patrones de categorías erróneas" (Carey, 1985, p. 12).

Si bien estos métodos han manifestado su eficacia, como con todo modo de indagación, debe tenerse cuidado en su aplicación y, sobre todo, en la valoración de las respuestas generadas mediante ellos, sobre todo con algunos de los términos que se introducen en las tareas. Por ejemplo, como ya vimos, Inagaki y Hatano (1996) presentan una tarea guiada por el método de proyección inductiva en la cual establecen de manera explícita una identidad entre comida-agua y poder vital-energía: "Una persona necesita agua y/o comida. Si ella no toma la **energía** o **poder vital** del agua y/o la comida, morirá. Bien, ¿X necesita agua y/o comida?". En nuestra opinión, el problema radica en que dentro de las premisas se hace coexistir comida y energía, por tanto, en el momento en que un niño plantee que X necesita comida para no morir parece que al mismo tiempo plantea que se toma la energía o el poder vital del agua y/o la comida. En tal caso, podemos preguntar si tal tarea no induce en los sujetos descripciones vitalistas. Caso diferente, consideramos, es el tipo de preguntas empleadas por Jaakkola y Slaughter (2002). En este caso, preguntas del tipo "¿Para qué es el corazón?", dejan abierta la posibilidad de que sea el sujeto quien plantee (suponemos que es de acuerdo al conocimiento fáctico que posea) la orientación de la respuesta.

3.1.2 ¿Ambigüedad de la pregunta o sesgo de la respuesta?

En el análisis de las nociones que poseen los niños y los adolescentes sobre la anatomía y/o fisiología del organismo humano, se ha hecho uso de una serie de preguntas que intentan rescatar lo que saben acerca de las funciones orgánicas. Por ejemplo, Nagy (1953) utilizó preguntas como: ¿Para qué [sirve] está hecho el estómago? [What is the stomach made for?]; ¿Para qué son los pulmones? [What are the lungs for?]; ¿Cómo trabajan los pulmones? [How do the lungs work?]. Sin embargo, autoras como Gellert (1962), han considerado que en el tratamiento de estas preguntas existen dificultades que no pueden evitarse. Específicamente, parece que esta forma de cuestionar conlleva implicaciones teleológicas. En tal caso, preguntas del tipo ¿Para qué es el estómago? [What is the stomach for?],

quizá sugieran, dice Gellert, la existencia de alguna causa final o propósito para la presencia de ese órgano. Trabajos más recientes (Jaakkola y Slaughter, 2002), han realizado el mismo tratamiento con el propósito de elucidar las explicaciones funcionales de los niños. Para estas autoras, la pregunta ¿Para qué es [sirve] X? [What is X for?], trata, explícitamente, de buscar evidencia acerca de la teleología biológica (específicamente, el razonamiento teleológico respecto de la meta de la vida) en el contexto de la comprensión del cuerpo humano. Como resultado, puede observarse que los niños hacen una distinción entre los distintos órganos corporales (una especie de jerarquía) en cuanto al papel que cumplen en el mantenimiento de la vida.

Empero, *prima facie* puede observarse cierta tendencia, bastante consistente, en las respuestas que dan los niños ante tales preguntas. Así, Nagy (1953) reporta que ante la pregunta ¿Para qué son los pulmones? (la cual, según la autora, inquiriere acerca de la *función*), el 74.23% de sus sujetos responden en términos que implican la respiración. Mientras que la pregunta sobre la "actividad de los pulmones" (¿Cómo trabajan los pulmones?), es respondida en términos de "movimiento" (*los pulmones mueven el aire alrededor del cuerpo*) el 63.21% de las veces. Lo notable en estos casos es que ante preguntas diferentes los sujetos respondan con respuestas diferentes. Para nosotros, este hecho señala, por un lado, que existe cierta discriminación relacionada con la especificidad de la pregunta y, por el otro, consigue hacer emerger tanto la amplitud como la precisión del conocimiento fisiológico de los niños. Por ejemplo, en el trabajo de Gellert (1962), el 70% de los niños menores de 7 años ante la pregunta: ¿Para qué es el estómago?, establecen una relación entre la ingesta del alimento y el estómago, mientras que a partir de los 11 años de edad la mayoría de los sujetos comprende la pregunta considerando que la función del estómago es la digestión. Es decir, dicho tipo de pregunta discrimina, entre sujetos de diferentes grupos de edad, diferentes gradientes de conocimiento anatómico-fisiológico.

3.2 Planteamiento del problema.

Como ya se mencionó, la exploración del conocimiento biológico en los niños se ha llevado a cabo estudiando la diferenciación vivo/no-vivo, los conceptos de enfermedad y muerte y las ideas que los niños tienen acerca del funcionamiento corporal. De manera particular, los resultados obtenidos han dado pie a reconsiderar la aseveración hecha por Carey (1985) de que el conocimiento netamente biológico sólo aparece a partir de los 10 años y surge del dominio psicológico. Otras interpretaciones (Inagaki y Hatano, 1987; Hatano, 1999) han llegado a considerar que el conocimiento biológico está basado inicialmente en una tendencia a la personificación pero no es de naturaleza psicológica; asimismo, se ha supuesto que las explicaciones de los niños son marcadamente vitalistas (Hatano e Inagaki, 1994; Miller y Bartsch, 1997).

De acuerdo con la evidencia que hemos presentado podemos suponer que existe, por lo menos desde los 6 años de edad, una marcada independencia entre los dominios psicológico y biológico; es decir, los niños de esta edad atienden, comprenden y explican las entidades y fenómenos pertenecientes a dominio biológico con base en conceptos atinentes al mismo. Queda, como problema empírico, mostrar si el tipo de explicaciones que utilizan los niños son de naturaleza vitalista, mecánica o de cualquier otro tipo.

En resumen, la presente investigación se centra en probar que el conocimiento anatómico-fisiológico (particularmente el referido a la estructura y función digestiva) que construyen los niños y los adolescentes, tiene como base el dominio biológico y se va ampliando, enriqueciendo y haciendo más coherente a lo largo del tiempo. Partimos de la suposición de que, inicialmente, las concepciones de los niños pequeños acerca de las funciones anatómico-fisiológicas no consideran las transformaciones que ocurren en el organismo; por ejemplo, la alimentación no tiene relación con las sustancias nutritivas necesarias para el funcionamiento del organismo. Asimismo, consideran el funcionamiento de un órgano (por ejemplo, el estómago) de manera aislada sin integrarlo con otros órganos, en aparatos. Para, posteriormente, concebir el

organismo como un sistema total con órganos y aparatos interrelacionados entre sí. Con base en lo anterior, se esperaría que las explicaciones que den los niños y los adolescentes se vuelvan cada vez más sofisticadas y sistemáticas conforme aumenta la edad, a la vez que muestren una concepción dinámica e integral de los fenómenos que ocurren en el organismo.

La suposición de que esa sea la pauta de desarrollo ha sido inferida a partir de la literatura revisada; a saber, de las respuestas y tendencias que se han encontrado en el examen de otros fenómenos de orden biológico. Por ejemplo, los niños pequeños distinguen entre causas y/o entidades biológicas y psicológicas (Inagaki y Hatano, 1993; Watson, Gelman y Wellman, 1998; Gottfried y Gelman, 1999); son capaces de esbozar, aunque de manera simple y asistemática, funciones al interior del organismo (Gellert, 1962; Munari *et al.*, 1976; Crider, 1981; Carey, 1985; León-Sánchez, 1993) y, asimismo, son capaces de considerar entidades no-visibles para explicar, por ejemplo, la enfermedad por contagio (Siegal, 1988) o la herencia (Solomon, Johnson, Zaitchik y Carey, 1996).

Por tanto, se pretende estudiar los distintos conceptos que utilizan los niños y adolescentes para explicar las funciones biológicas que el organismo lleva a cabo, de acuerdo con los siguientes objetivos:

- ✓ Analizar los mecanismos utilizados por niños y adolescentes para explicar los procesos anatómico-fisiológicos.
- ✓ Analizar y evaluar la red conceptual implicada en los modelos anatómico-fisiológicos construidos por los niños y los adolescentes.
- ✓ Evaluar los constructos utilizados por los niños y los adolescentes para explicar fenómenos que no son directamente observables.
- ✓ Analizar y evaluar los “modelos” que construyen los niños y los adolescentes para explicar procesos y funciones biológicas tales como el proceso digestivo.

3.3 Justificación.

Si el objetivo es examinar la forma en la cual niños y adolescentes construyen el conocimiento anatómico-fisiológico, particularmente el referido a la estructura del aparato digestivo y sus funciones, entonces es necesario considerar la secuencia de construcción así como el tipo de explicaciones que pudieran aparecer a lo largo de ese recorrido. Esas secuencias, suponemos, constituyen organizaciones conceptuales claramente diferenciadas entre distintas edades.

Al estudiar el desarrollo del conocimiento en un dominio específico, por un lado, se profundiza en el análisis de cómo los niños conocen y comprenden el tipo de objetos y fenómenos pertenecientes a una parcela de conocimiento y, por el otro, el tipo de explicaciones e inferencias plausibles así como las relaciones que establecen entre los fenómenos considerados en dicho dominio. Por tanto, examinar y evaluar el desarrollo del conocimiento anatómico-fisiológico que poseen los niños y los adolescentes permite conocer de qué manera construyen el conocimiento acerca del funcionamiento orgánico, qué conceptos emplean y cómo los relacionan, qué dificultades de acceso tiene el conocimiento anatómico-fisiológico y, en última instancia, si es correcta nuestra suposición, qué "modelos fisiológicos" utilizan para dar cuenta del conjunto de fenómenos implicados, específicamente, en el proceso digestivo.

La parte central del trabajo se enfoca, a riesgo de ser reiterativo, en analizar y evaluar las características estructurales (por ejemplo, la coherencia conceptual) y funcionales (explicaciones) de los "modelos anatómico-fisiológicos" que construyen los niños y los adolescentes, con base en el acuerdo de que los sujetos que poseen un modelo en un momento dado de su desarrollo, interpretan hechos y experiencias de forma distinta a como lo hace otro sujeto, en otro momento del desarrollo y con un modelo diferente (Gopnik y Meltzoff, [1997] 1999; véase también Gelman, 1989).

3.4 Estudios propuestos.

En la consecución de la propuesta de trabajo, se realizaron tres estudios de corte transversal, con una muestra de niños y adolescentes (de ambos sexos) entre los 6 y los 18 años de edad. En cada uno de los estudios que se presentarán se destacan los aspectos técnicos (selección de las muestras, tareas utilizadas, técnicas de indagación, formas de codificación) así como las problemáticas e hipótesis utilizadas.

Cabe destacar que los tres estudios se encuentran articulados. A partir del Estudio 1, en los dos siguientes se realizaron mejoras y adaptaciones tanto de los instrumentos como del procedimiento con el fin de posibilitar un mejor acercamiento a las ideas de los niños y adolescentes sobre el proceso digestivo. Por otra parte, en los siguientes dos apartados nos centraremos, de manera especial, en las problemáticas que trataron de ser resueltas en cada uno de los estudios.

3.4.1 Más allá de las relaciones entrada-salida en la explicación de los procesos corporales.

Aunque no plenamente compartido, es posible encontrar en algunos estudios el planteamiento de Carey (1985) según el cual, en el caso del funcionamiento del aparato digestivo (y del concomitante proceso nutricional), los niños antes de los 10 años de edad sólo conocen la relación de entrada y salida de los alimentos pero carecen, al mismo tiempo, de un modelo que medie esas relaciones. “A los 10 años, [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 del desperdicio (...) No obstante, a la edad de 10 años, o más, los niños han logrado una visión del cuerpo como una máquina biológica” (Carey, 1985, p. 51). En consonancia con este planteamiento, otros autores (Rowlands, 2001) arguyen que los niños pequeños tienen poco conocimiento de los mecanismos biológicos que

podrían explicar el funcionamiento del cuerpo, y es sólo a partir de los 10-11 años cuando comienzan a desarrollar un marco biológico básico.

Ante tal planteamiento, el problema que tenemos por delante se reduce (si bien ambas cuestiones son indisolubles), en primer lugar, a comprobar si antes de los 10 años los niños poseen o no un "modelo que medie" las relaciones entrada-salida, es decir, si tienen algún conocimiento acerca de los "mecanismos biológicos" presentes en el funcionamiento corporal y, en segundo lugar, establecer los criterios bajo los cuales se puede llegar a decir que los niños, antes de los 10 años, sostienen "modelos mediadores" del funcionamiento corporal.

Como ya fue señalado, de acuerdo con Rowlands (2001), para un adulto científicamente educado los procesos que ocurren en el interior del cuerpo son explicados con base en su naturaleza química o bioquímica. En contraparte, los niños carecen de este tipo de marco explicativo. Y, para este autor, el hecho de que los niños (6-7 años) establezcan, por ejemplo, relaciones entre la ingesta del alimento y el crecimiento, sólo refleja un conocimiento directo de las causas pero no muestran una comprensión profunda de los mecanismos causales. En cierto sentido, podríamos estar de acuerdo en que estos niños carecen de un conocimiento de los mecanismos biológicos específicos. Pero, entonces, ¿cuál es el parámetro con el que debemos ponderar si tienen o no una comprensión del funcionamiento corporal? Si este requisito se cubre con el hecho de tener una comprensión de la naturaleza química o bioquímica de los procesos corporales, es decir, cuando se llega a concebir el cuerpo como una "máquina bioquímica", entonces, es posible concluir que los niños, al carecer de esta clase de marco explicativo (los datos así lo han mostrado), no tienen una comprensión del funcionamiento corporal. Pero, si bien es cierto que puede argüirse que los niños carecen de tal conocimiento, ¿ello significa que no sostienen cualesquiera otros marcos explicativos?

Al mantener ese criterio, Rowlands (2001) olvida, en primer lugar, que a lo largo de la historia de la biología no siempre han existido "explicaciones de corte químico". Un enfoque bioquímico para explicar el funcionamiento del organismo

sólo aparece con Bichat en 1842 (véase Smith, [1975] 1977). Mucho antes de eso, las actividades del cuerpo eran tratadas como la actividad de las piezas de una intrincada máquina (Descartes, [1632] 1980; asimismo, véase el trabajo de Edna Suárez² [2000] sobre los problemas científicos y filosóficos implicadas en la idea cartesiana del cuerpo como máquina). En segundo lugar, si seguimos los argumentos planteados en el trabajo de Carey y Spelke (1994), podríamos aducir que el enfoque bioquímico del organismo quizá representa una especie de cambio conceptual fuerte respecto del enfoque (a falta de un término mejor) biomecánico, por lo menos en la historia de la ciencia. La pregunta siguiente sería si en el desarrollo ontogenético se asiste a un cambio conceptual en el mismo sentido.

Adicionalmente, la idea de Rowlands (2001) únicamente supone la presencia de un enfoque en un momento (final) del desarrollo; esto es, deja un enorme hueco en la pauta de desarrollo entre la infancia y la adultez. En otras palabras, no explica cuáles son los modelos antecedentes que poseen los sujetos antes de acceder a la vida adulta. ¿Esto quiere decir que los niños no poseen conocimiento acerca de las entidades y fenómenos del dominio biológico? O solamente se refiere a que los niños no poseen mecanismos causales aplicables a los fenómenos biológicos. Si esto es así, debe recordarse, como sostienen Inagaki y Hatano (2002), que el hecho de que los niños ignoren mecanismos fisiológicos no significa que no posean una biología intuitiva. Por ejemplo, Inagaki y Hatano (1996) han encontrado que los niños de cuatro y de cinco años tratan a los animales y a las plantas como entidades semejantes que experimentan cambios autónomos en el tamaño y en la forma a través del tiempo, asignándoles propiedades de crecimiento y consumo de alimento y agua; es decir, comprenden estas entidades bajo una misma categoría biológica. Pero si bien la evidencia también indica que aun están lejos de poseer una teoría desarrollada, coherente y completa de la biología, la asignación de propiedades comunes a las plantas y los animales no deja de ser una pieza básica en la comprensión de los fenómenos biológicos. Resumiendo, no argumentamos que los niños posean un conocimiento detallado de los mecanismos fisiológicos del cuerpo, lo que decimos es que es muy posible

² "El intento de explicar la estructura y función del *organismo* estableciendo una analogía con la estructura y el funcionamiento de una *máquina* introduce en la historia de las ciencias naturales una de las ideas más fructíferas, pero también una de las más problemáticas de todos los tiempos" (Suárez, 2000, p. 138).

que sostengan "modelos mediadores" que den cuenta, a lo largo del desarrollo, del funcionamiento corporal. En otras palabras, si los niños elaboran ideas acerca del funcionamiento orgánico, es muy posible que dichas ideas sean típicas de ciertos grupos de edad y que estén organizadas en "modelos", diferentes en cuanto al tipo de conceptos que contengan y a la forma en la cual se coordinen y, consecuentemente, posibiliten explicaciones diferenciadas acerca del funcionamiento y la estructura orgánica.

La evidencia que hemos presentado hasta el momento nos permite conjeturar un posible paisaje de desarrollo de los posibles "modelos" sobre el funcionamiento orgánico (específicamente, del proceso digestivo):

A los 6-8 años, los niños comienzan a otorgarle a los órganos del cuerpo la "función" de contenedor (Crider, 1981). Por ejemplo, el estómago tiene la función de "guardar" el alimento (Nagy, 1953), o "es el lugar donde va la comida" (Gellert, 1962). La comida es transformada por un proceso meramente mecánico (masticación) en "piezas más pequeñas", es decir, la boca es el elemento transformador, no el estómago. De acuerdo con (Gellert, 1962), la idea de que la comida sufre un proceso de cambio o transformación en el estómago, es mencionado por primera vez a la edad de 8 años: "Cuando tu tragas todo va hacia el estómago... la comida se disuelve en el estómago"; "La comida se digiere en el estómago". Sólo a los 9 años, algunos de los niños llegan a mencionar, como una de las funciones del estómago, su papel en la difusión de los alimentos a otras partes del cuerpo. Estas concepciones parecen consolidarse a los 11-12 años; a saber, en esas edades el estómago se concibe como el órgano principal en la digestión (Banet y Núñez, 1989) y pasa de ser un "contenedor" a ser un "transformador", su función es "triturar los alimentos". En otras palabras, se proyecta la actividad mecánica de la boca al estómago. Al hacerlo, y esto es lo importante, el alimento puede ahora llegar a todo el organismo, pero con la condición de que se haga más pequeño; no obstante, este cambio de forma se considera mediado por la acción de un proceso mecánico, más no químico. Por tanto, en nuestra opinión no es sólo cuando los niños construyen una "teoría del contenedor" (Carey, 1985) que cambia su concepción del interior del cuerpo; es

también cuando le dan "actividad" a ese contenedor. A saber, cuando le dan la función de disolver o triturar los alimentos. Por último, un cambio sustancial pudiera devenir cuando la transformación "grande ? pequeño" (generada por procesos mecánicos), sea concebida como causada por la acción de sustancias químicas (enzimas, jugos gástricos, pancreáticos, bilis) [véase Núñez y Banet, 1997]. Con todo, si bien existe cierta coherencia en este paisaje hipotético de desarrollo, queda el problema de probarlo empíricamente.

3.4.2 La relación comida-proceso digestivo.

Una buena parte de la bibliografía referente al conocimiento anatómico-fisiológico ha utilizado el verbo "comer" o el sustantivo "comida" como elementos centrales en la indagación del proceso digestivo. Desde Nagy (1953) hasta Jaakkola y Slaughter (2002), las preguntas realizadas han sido (con muy pequeñas variantes léxicas) del mismo tipo: ¿Por qué comemos? Sin duda, dicha pregunta conlleva una lógica de indagación, lo mismo que preguntas como ¿Qué sucede con la comida que comemos? (Jaakkola y Slaughter, 2002). Con todo, en ambos casos, se deja implícito el sentido de "conjunto de sustancias para nutrirse" o "conjunto de cosas para comer", sin tratar de indagar, en lo más mínimo, las nociones que poseen los sujetos acerca de la "comida". Algunas otras autoras (Texeira, 2000) trataron de concretizar el alimento ingerido suministrándoles a los sujetos una barra de chocolate y pedirles, posteriormente, que dibujaran en una silueta las partes del cuerpo por las que éste pasaba. Una vez más, sin esclarecer las concepciones que tienen los sujetos sobre los alimentos

Por su parte, investigaciones referidas a las concepciones que tienen los niños de los alimentos (Contento, 1981; Turner, 1997; Birch *et al.*, 1999; Matheson *et al.*, 2002), no han indagado, a la vez, sus posibles relaciones con el proceso digestivo. En suma, ambos conjuntos de trabajos han estudiado uno u otro aspecto del proceso: la estructura y la función del aparato digestivo o la sustancia ingerida. Por tanto, un estudio que conjugue ambos aspectos resulta necesario dado que es importante saber si una determinada tipificación de los alimentos correlaciona con una determinada concepción del proceso digestivo.

Si bien se ha podido constatar en el conocimiento de los niños que la propiedad ingerir comida y/o agua es aplicable tanto a plantas como animales (Inagaki y Hatano, 1996), a la vez que es la causa de crecer, mantener la salud y la vida, este hecho no esclarece, en sentido estricto, qué concepciones tienen acerca del funcionamiento orgánico. Además, sostener que es el organismo un conjunto de efectos causados por el "poder vital" contenido en los alimentos (Inagaki y Hatano, 1999; 2002), en el mejor de los casos, es una inferencia no sostenida por los datos. Adicionalmente, si se considera que la comida es la fuente más saliente del "poder vital", sólo falta un paso para considerar que una biología vitalista (fundamentalmente la biología de los niños pequeños) se establece en derredor del comer o de la nutrición.

Sin embargo, si es el caso, como lo mencionamos anteriormente, que los niños no apelan (explícita ni implícitamente) al "poder vital" contenido en los alimentos (Contento, 1981; Turner, 1997; Birch *et al.*, 1999; Matheson *et al.*, 2002), entonces, debe reconfigurarse la posible naturaleza "vitalista" de la biología de los niños. Es decir, si Birch *et al.* (1999) tiene razón y el patrón alimenticio es compartido socialmente tanto por los niños como por los adultos, ambos deberían sostener por igual que la comida posee un monto de "poder vital"; si es una idea sostenida exclusivamente por los niños, entonces deben existir otras ideas acerca de los alimentos en los adultos. Por último, si la concepción acerca de los alimentos es independiente de las concepciones que se sostienen acerca del funcionamiento digestivo, se deberían encontrar diferencias en éstas últimas dejando intactas las primeras. Este conjunto de problemáticas, en última instancia, debería de ser probado empíricamente.

En conclusión, los tres estudios siguientes intentarían probar que los niños y los adolescentes construyen modelos que van más allá de simples relaciones de entrada-salida, es decir, elaboran "modelos mediadores" del proceso digestivo. Asimismo, procurarían examinar si las concepciones que tienen acerca de la comida influyen o no, y en qué medida, en las concepciones sobre el funcionamiento digestivo.

3.4.3 La indagación de las ideas de los niños acerca del proceso digestivo.

Con independencia de si los niños tienden a elegir explicaciones de corte vitalista, o utilizan una mecánica naive para dar cuenta de los fenómenos biológicos, creemos que es más importante indagar el conjunto de conceptos que utilizan los niños y los adolescentes para explicar las funciones corporales. Dicho conjunto, también lo creemos, no sólo guía el pensamiento biológico, sino que, además, le confiere coherencia (Keil, 1994). En este sentido, es relevante el aporte de que los niños distinguen entre los dominios psicológicos y biológicos (Keil, 1992, 1994; Inagaki y Hatano, 1993, 1999, 2002; Miller y Bartsh, 1997; Au y Romo, 1999; Slaughter, Jaakkola y Carey, 1999; Morris, Taplin y Gelman, 2000; Jaakkola y Slaughter, 2002; Slaughter y Lyons, 2003), es decir, entre intención y función. Relevante porque permite suponer, con cierta seguridad, que los sujetos no sólo son capaces de atender a fenómenos biológicos sino que son capaces de explicarlos. En este sentido, examinar si dichas explicaciones van más allá de simples relaciones de entrada-salida (Carey, 1985), será una parte central del presente trabajo.

3.5 ESTUDIO 1

De acuerdo con la literatura revisada (Nagy, 1953; Gellert, 1962; Munari *et al.*, 1976; Crider, 1981; Carey, 1985; Amann-Gainotti, 1986, Amann-Gainotti y Tambelli, 1987; Glaun y Rosenthal, 1987; Perrin *et al.*, 1991; Slaughter, Jaakkola y Carey, 1999; Tunnicliffe y Reiss, 1999; Sungur *et al.*, 2001; Reiss y cols. 2002; Jaakkola y Slaughter, 2002; Slaughter y Lyons, 2003), es posible desprender dos conclusiones: 1) los niños parten de modelos fisiológicos incipientes a modelos más ricos y conceptualmente más coherentes y, 2) dicho cambio ocurre al interior de un mismo marco, a saber, el dominio biológico. Con todo, es en el primer punto donde enfocaremos la problemática a desarrollar. A saber, si el conocimiento de los niños acerca del interior del cuerpo (estructura y función) no admite solamente relaciones de entrada-salida, entonces, deben ser capaces de esbozar, aunque, inicialmente, tal vez de manera simple y asistemática, procesos corporales que involucren ciertos "mecanismos" fisiológicos centrados en la función de órgano. Asimismo, es probable que dicho conocimiento esté organizado en "modelos fisiológicos", diferenciados a lo largo de la edad, en cuanto al tipo de conceptos y la forma en la cual apuntalan las explicaciones sobre el funcionamiento orgánico. Por tanto, esperaríamos que el conocimiento factual de la función de órgano (posiblemente, de naturaleza teórica. Véase Jaakkola y Slaughter, 2002), refleje de mejor manera, tanto la comprensión de los sujetos del funcionamiento orgánico, como el modo en el cual explican un proceso determinado, en el caso que nos ocupa, el proceso digestivo.

3.5.1 Método

Participantes

Un total de 12 niños y niñas, de tres edades diferentes, tomaron parte en este estudio: Grupo I, 6-7 años (de 6;09 a 7;02; M = 7;00); Grupo II, 8-9 años (de 8;08 a 9;03; M = 9;00) y GIII, 12 años (de 12;00 a 12;07; M = 12;04). Los niños fueron reclutados de una escuela de educación primaria (SEP) de la zona norte de la

Ciudad de México. Dichos niños cursaban el primero, tercero y sexto grados. Todos ellos pertenecían a un nivel socioeconómico medio.

La selección de los participantes en el estudio se realizó de la siguiente manera. Dado que la escuela tenía dos grupos (A y B) por cada grado escolar, de manera aleatoria se seleccionaron 4 niños, 2 del grupo A (un niño y una niña) y dos del grupo B, por cada uno de los grados.

Materiales

Los niños fueron cuestionados sobre tres aparatos, digestivo, respiratorio y circulatorio (siempre en ese orden), mediante una entrevista semi-estructurada de corte piagetiano. Asimismo, la secuencia de las preguntas fue la misma para con todos los sujetos. Respecto del tipo de preguntas, éstas se organizaron con el objetivo de que reflejaran, de manera más o menos precisa, algunas secuencias de los procesos digestivo, respiratorio y circulatorio (así como los trayectos de la comida, aire y sangre):

1. ¿Sabes en qué parte del cuerpo se encuentra el estómago (los pulmones, el corazón)?
2. ¿Me podrías decir para qué sirve el estómago (los pulmones, el corazón)?
3. ¿Para qué crees que sirve la comida (el aire, la sangre)?
4. ¿Qué sucede con la comida después de que te la comes?
5. ¿A qué parte de tu cuerpo crees que va la comida?
6. ¿Cómo llega allí la comida?
7. ¿Crees que la comida llega a todo tu cuerpo?
8. ¿Cómo llega lo que tú comes a todo tu cuerpo?

A los niños también se les presentaron dos siluetas, en tamaño carta (visión anterior y posterior), del cuerpo humano, sobre las cuales se les pidió que dibujaran.

Procedimiento

Ya seleccionado el niño, se le condujo a un salón facilitado por la escuela. Dicho salón se encontraba aislado de los demás salones; tenía dos mesas y cuatro sillas. Se le pidió al niño que se sentará en una de ellas y se le dijo que se le iban a hacer una serie de preguntas. Asimismo, se le informó que no era un examen y que no iba a obtener ninguna calificación, que lo único que importaba era lo que él pensaba o creía acerca de lo que se le iba a preguntar. La entrevista comenzó con la pregunta: ¿Sabes que es lo que hay dentro de nuestro cuerpo? En el momento en el cual terminaba de enumerar algunos elementos, se le preguntaba si había algunas otras cosas. Ese interrogatorio terminaba cuando el niño decía que era todo. Posteriormente, se le presentaron las dos siluetas y se le dijo: ¿Podrías dibujar en estas siluetas todo lo que crees que hay dentro de nuestro cuerpo? Si el niño mencionaba que no sabía dibujar, se le decía que dibujara lo que él creyera, que no importaba lo bien o mal que dibujara. A continuación se llevó acabo la entrevista, la cual duró un promedio de 40 minutos. Todas las entrevistas fueron audio-grabadas.

Codificación

La clasificación propuesta en el presente trabajo se basa en el esquema de "función de órgano" para establecer los niveles de respuesta de los sujetos acerca del proceso digestivo. Al hacerlo, retoma algunas de las consideraciones planteadas, para tal efecto, tanto por Crider (1981) como por Slaughter, Jaakkola y Carey (1999) y Jaakkola y Slaughter (2002)³. Adicionalmente, hemos introducido, a manera de componentes, lo que consideramos son "ideas generales" subyacentes sobre el funcionamiento orgánico con el fin de analizar el proceso digestivo. Tales ideas, creemos, son los elementos que componen una determinada noción, por ejemplo, concepciones que consideran el funcionamiento

³ Para Crider (1981), la función de "contenedor" representa un hito importante en el desarrollo de la comprensión del funcionamiento orgánico, pero diferente de una concepción "canónica". Sin embargo, en el trabajo de Jaakkola y Slaughter (2002) el nivel 3 incluye tanto la función canónica como la función de contenedor. El hecho de que nosotros las separemos y las consideremos como pertenecientes a niveles distintos se debe a que, en sentido estricto, ambas funciones representan nociones cualitativamente diferentes.

del organismo de manera dinámica o bien estática. De este modo, cada uno de los niveles se organiza a partir de:

- a) No-diferenciación de órganos y funciones *versus* diferenciación de órganos y funciones.
- b) Concepción estática del organismo *versus* concepción dinámica del organismo.
- c) No-transformación de las sustancias *versus* transformación de las sustancias.
- d) Nivel de órgano *versus* nivel de célula.

Cada par, presenta dos "ideas" que son, entre ellas, incompatibles, por ejemplo: (a) no-diferenciación *versus* diferenciación. En este sentido, cuando se elige una "idea", de manera horizontal, la otra queda excluida. Por ejemplo, un sujeto puede concebir el funcionamiento de un órgano de modo estático o dinámico; es decir, llegar a considerar uno u otro modo, pero no los dos a la vez. Asimismo, son aditivas, verticalmente, por ejemplo: diferenciación + dinámica. Es decir, un sujeto puede diferenciar los órganos y las funciones y, además, concebir de modo dinámico dicho funcionamiento. No obstante, sólo en algunos casos la aditividad se extiende a lo largo de los cuatro pares de "ideas", en otros casos, su extensión se ve restringida; por ejemplo, si un sujeto todavía no diferencia entre los distintos órganos, es decir, no ha llegado a elaborar, como menciona Crider (1981), "una geografía del cuerpo", no podría elegir entre el "nivel de órgano" y el "nivel celular". En resumen, estas ideas parecen posibilitar el establecimiento de distintos niveles de conceptualización y, a la vez, establecer diferencias entre ellos. Por ejemplo, dos concepciones, *x* o *y*, pueden poseer las siguientes ideas subyacentes, a saber:

Concepción *x*: diferenciación + dinámica + transformación + nivel de órgano

Concepción *y*: diferenciación + dinámica + transformación + nivel celular

Por tanto, aunque las tres primeras "ideas" sean compartidas por ambas concepciones, la última hace que la concepción sea "exclusiva" y diferencie, de

manera sustancial, entre las concepciones de los sujetos. Es decir, permite ubicarlos en dos niveles distintos. Esta asignación en cada uno de los niveles refleja, asimismo, el grado de complejidad en el cual los sujetos conciben el funcionamiento orgánico: aquellos que respondan de acuerdo con la concepción *x*, serán ubicados en el Nivel 4, mientras que los que lo hagan con base en la concepción *y*, lo serán en el Nivel 5.

Niveles de conceptualización:

- ✓ Nivel 0: **No sé; tautología**. No-diferenciación + concepción estática + no-transformación. A este nivel pertenecen todos aquellos sujetos que todavía no han construido una "geografía del cuerpo" (Cridler, 1981). Es decir, no existen órganos específicos que lleven a cabo funciones específicas. El organismo es un todo indiferenciado, además de ser concebido de manera estática. Ejemplo: la sangre es para sangrar.
- ✓ Nivel 1: **Función global**. Diferenciación + concepción estática + no-transformación + nivel de órgano no-específico. Se comienzan a diferenciar ciertas partes del cuerpo (localización espacial de algunos órganos), aunque sin especificar las funciones particulares de cada uno de ellos. Es decir, las funciones se reducen a funciones corporales de corte general; por ejemplo, el corazón es para la vida; para la salud; los pulmones son para que no te enfermes. O bien, el corazón es para latir, el estómago es para comer.
- ✓ Nivel 2: **Función específica "incorrecta"**. Diferenciación + concepción estática + no-transformación + nivel de órgano específico. Se diferencia entre órgano y función de manera específica, aunque atribuyéndole funciones que pertenecen a otros órganos. Por ejemplo, el corazón es para caminar; el estómago es para respirar.
- ✓ Nivel 3: **Función de "contenedor" o "estación de paso"**. Diferenciación + concepción semi-dinámica + no-transformación + nivel de órgano específico. Se concibe la función de los órganos como contenedor (almacén) o estación de paso de las sustancias (comida, aire o sangre); es decir, se considera el desplazamiento espacial de las sustancias dentro o a través de

los órganos; pero, éstos, son concebidos como entidades pasivas que no juegan un rol en la "transformación" de las sustancias. Por ejemplo, el estómago es para que allí se vaya la comida; el aire entra y sale de los pulmones.

- ✓ Nivel 4: **Función específica "correcta" (canónica).** Diferenciación + concepción dinámica + transformación + nivel de órgano. Los órganos se definen como entidades activas que llevan a cabo cierto tipo de transformaciones respecto de las sustancias y, además, se conciben interrelaciones entre los órganos. Por ejemplo, el estómago es para digerir la comida; los pulmones son para respirar. ("El estómago sirve para mezclar líquidos con la comida y sean más fáciles de digerir. Los alimentos se digieren cuando *el cuerpo los quema*, algunos se vuelven energía y otros los desecha".)
- ✓ Nivel 5: **Explicaciones fisiológicas.** Diferenciación + concepción dinámica + transformación + nivel celular. Se concibe una mayor interrelación e integración de los órganos, especificando, de manera más precisa sus funciones en las transformaciones de las sustancias, y considerando los procesos en el nivel celular. Por ejemplo: "Respiras oxígeno y exhalas dióxido de carbono. El oxígeno va a los pulmones y es difundido a la corriente sanguínea. Los pulmones tienen sacos de aire con capilares, donde el oxígeno se difunde a la sangre. Va a tus células, y entonces se convierte en dióxido de carbono" (Crider, 1981, pp. 55-56).

Adicionalmente, con el objetivo de analizar las concepciones de los sujetos sobre la trayectoria del alimento a lo largo del tracto digestivo, las respuestas de los sujetos se clasificaron con base en 5 modelos:

- ✓ Modelo 1: Toda la comida se desecha.
- ✓ Modelo 2a: Toda la comida se queda dentro del estómago.
- ✓ Modelo 2b: Una parte de la comida se queda dentro del estómago y el resto se desecha.
- ✓ Modelo 3: Una parte de la comida se desecha y el resto se va a otras partes del cuerpo.
- ✓ Modelo 4: Una parte de la comida se desecha, y el resto se va a las células del organismo.

Fiabilidad

Un segundo investigador codificó de manera independiente las respuestas de los niños. La fiabilidad entre los dos investigadores fue de 96% para función de órgano y de 98% para los modelos sobre la trayectoria de los alimentos en el tracto digestivo.

3.5.2 Resultados

A continuación, se presenta el conjunto de respuestas dadas por los 12 sujetos en la entrevista en torno al aparato digestivo. Cada sujeto es identificado por su nombre y, entre paréntesis, aparece su edad, el grupo al cual fue asignado y el número que ocupó en la entrevista.

De acuerdo con los datos mostrados en la Tabla 1, parece existir una cierta asimetría en la forma en la cual son concebidas las funciones de los órganos. Por ejemplo, mientras que pulmones y estómago son considerados en el Nivel 3 el 75 y 58.33 por ciento de las veces, respectivamente, el corazón no lo es en ninguna ocasión (0%). Caso contrario ocurre cuando a este último órgano se le atribuye (41.66%) una función global (vivir) de acuerdo con el Nivel 1, en tal caso, pulmones y estómago no llegan a ser considerados en éste. Pero si los órganos son clasificados de acuerdo con el Nivel 4, observamos que corazón (41.66%) y estómago (41.66%) obtienen mayores puntajes que pulmones (16.66%). Asimismo, se encuentra el hecho de que ninguno de los sujetos pertenecientes al Grupo I otorga funciones a los tres órganos en cuestión con base en el Nivel 4, de manera particular, son los sujetos del Grupo II los que lo hacen.

Tabla 1: Frecuencia de respuestas para estómago, pulmones y corazón por grupo de edad y nivel.

Niveles	ESTÓMAGO						PULMONES						CORAZÓN					
	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5
GI	0	0	0	4	0	0	1	0	0	3	0	0	1	2	1	0	0	0
GII	0	0	0	1	3	0	0	0	0	3	1	0	0	1	0	0	3	0
GIII	0	0	0	2	2	0	0	0	0	3	1	0	0	2	0	0	2	0
Total	0	0	0	7	5	0	1	0	0	9	2	0	1	5	1	0	5	0

Por otra parte, la asignación de funciones en los Niveles 3 y 4, parece implicar el establecimiento de una relación entre un órgano y una sustancia (pulmones-aire o estómago-comida), pero, a la vez, conlleva considerar también un cierto número de órganos además de las conexiones entre ellos. En este sentido, se conjunta el conocimiento (como veremos más adelante) que tienen los sujetos sobre los elementos anatómicos con sus ideas acerca de los procesos corporales. A manera de ejemplo, el trayecto que algunos sujetos suponen sigue el aire (nariz-tráquea-pulmones ? pulmones-tráquea-nariz), refleja la idea de que el proceso se centra en el órgano (función de contenedor), a manera de un circuito cerrado:

Miriam (6:09, GI, 1). “El pulmón izquierdo recibe el aire y sale por el pulmón derecho.”

Berenice (9:03, GII, 3). “El aire llega solamente a los pulmones por la tráquea, de allí pasa a unas bolsitas que tienen los pulmones y luego vuelve a salir. El chiste es inhalar y exhalar.”

Caso contrario ocurre en el momento en el cual se considera la existencia de otros elementos en el proceso:

Areli (12:07, GIII, 7). “El aire pasa por unas venas a los pulmones. Luego, [de allí] el aire llega a todo el cuerpo por medio de las venas.”

En tal caso, la interrelación entre pulmones y venas asegura la conducción del aire a todo el cuerpo, a manera de un circuito prolongado.

Esta secuencia en las concepciones que tienen los niños acerca de la respiración, sigue el mismo patrón que, como podremos observar más adelante, tienen las concepciones sobre la relación estómago-comida.

Proceso digestivo y organización anatómica

En la Tabla 2 se muestra la distribución de los modelos acerca de la trayectoria de los alimentos a través del tracto digestivo, por el grupo de edad. Dicha distribución se dio de la siguiente manera:

Tabla 2: Distribución de los Modelos sobre el proceso digestivo por grupo de edad.

MODELOS	M1	M2a	M2b	M3	M4
Grupo I	0	3	1	0	0
Grupo II	0	0	1	3	0
Grupo III	1	0	1	2	0
Total	1	3	3	5	0

De acuerdo con las características que definen las particularidades de los distintos Modelos, el Modelo 2a representa el caso más claro de una “función de contenedor” (véanse los criterios de clasificación para los Niveles de “función de órgano”, especialmente, el Nivel 3). En tal caso, la elección del Modelo 2a, es realizada por el 25% de los sujetos (todos ellos del Grupo I). Una derivación de dicho Modelo lo es el 2b, el cual es elegido, como puede observarse, también el 25% de las veces. Por otra parte, el Modelo 3 es elegido el 41.66% de las veces y, únicamente, por los sujetos de los Grupos II y III. Mientras que el Modelo 4, el más sofisticado de todos, no es elegido por ninguno de los sujetos de la muestra.

Como ya se mencionó, tales diferencias parecen estar relacionadas con el conocimiento anatómico de los elementos que componen el tracto digestivo. En tal caso, quizá la concepción que tienen los sujetos acerca del proceso digestivo se combine con la forma en la cual ellos creen están interrelacionados los órganos que componen el aparato digestivo. Así, el órgano referido con mayor frecuencia es el estómago (100%); sin embargo, en algunas ocasiones, éste se constituye en el punto final del trayecto, mientras que en otras, presenta conexiones con otros órganos. Por tanto, una diferencia entre los Modelos 2a y 3 (M2a y M3) podría estar en los órganos que, para los sujetos, se encuentran involucrados en el proceso:

M2a: Boca ? garganta (pescuezo) ? estómago

M3: Boca ? “tripa” ? estómago ? intestino delgado ? intestino grueso ?

De esta manera, los tres sujetos (25%) que fueron clasificados en el Modelo 2a, consideran que el tracto digestivo está constituido sólo por tres elementos. Mientras que siete sujetos, cinco clasificados bajo el Modelo 3, uno en el Modelo 1 y uno en el Modelo 2b (58.33%), incorporan el intestino delgado y el grueso.

Asimismo, dos de los sujetos (16.66%) considerados bajo el Modelo 2b, no explicitan el lugar de salida. Uno de ellos solamente dice que en la parte inferior del estómago existe un "agujero" por donde se va la comida.

Por ende, la suposición de que el alimento se queda dentro del estómago, tal y como lo afirman los sujetos clasificados como M2a, parece relacionarse con la idea de que este órgano es el punto final del trayecto del alimento. En tal caso, es coherente que los sujetos así clasificados, digan que el estómago sirve para que allí se quede la comida (véase Tabla 3).

Tabla 3: Concepciones de los sujetos acerca del proceso digestivo, por grupo de edad, modelo y nivel.

				PROCESO DIGESTIVO
Suj.	Gp.	Mod.	Niv.	
1	GI	M2a	3	"La comida se queda en el estómago."
5	GI	M2a	3	"La comida [nutritiva] se queda en el estómago."
6	GI	M2b	3	"Lo que queremos [nutritiva], se queda dentro del estómago. Lo que no queremos [chatarra], se desecha."
11	GI	M2a	3	[La comida nutritiva] "se queda en el estómago, no llega a otras partes del cuerpo."
2	GII	M3	4	"La comida nutritiva llega a otras partes del cuerpo [manos, cabeza, pies], la comida chatarra, sale."
3	GII	M3	4	"La comida que no necesita [el cuerpo], la expulsa. Los nutrientes llegan a otras partes del cuerpo."
9	GII	M3	4	"Una parte de la comida [alimentos nutritivos] llega a todo el cuerpo. Una parte [la chatarra], se sale."
12	GII	M2b	3	"Una parte de la comida se queda en la panza y la otra se sale."
4	GIII	M3	4	"El alimento que sirve [nutritivo] se va a todo el cuerpo [las vitaminas]. El alimento que no sirve [chatarra], se desecha."
7	GIII	M1	3	"Toda la comida (nutritiva y chatarra) es desechada."
8	GIII	M3	4	"Las vitaminas y los minerales se quedan dentro del cuerpo, lo demás se desecha."
10	GIII	M2b	3	"La comida que sirve, la guardamos en el estómago, no llega a otras partes del cuerpo. La comida que no nos sirve, la desechamos."

Por otra parte, así como se encuentra una relación entre los elementos anatómicos que componen el tracto digestivo y las ideas acerca del proceso digestivo, de la misma manera, aunque no de forma significativa, algunos sujetos establecen también una relación entre la forma en la cual cualifican la comida (o

diferencian las sustancias) y una organización anatómica *sui generis* (véase Anexo 1, dibujos 1a y 2a). En cuanto al rol de la comida en el proceso digestivo, ante la pregunta, ¿para qué sirve la comida?, el 100% de los sujetos contestó que la comida sirve para crecer; para mantener la salud; para vivir. Adicionalmente, estos mismos sujetos cualificaron la comida con base en una serie de dicotomías: nutritiva *versus* no-nutritiva; lo-que-queremos *versus* lo-que-no-queremos; la-que-sirve *versus* la-que-no-sirve. No obstante, de todos ellos, únicamente 3 sujetos (25%), uno del GI y dos del GIII, mencionaron como componentes de los alimentos calcio, vitaminas y minerales.

Ahora bien, el 100% de los sujetos nomina y dibuja el estómago en la zona ventral. A partir de ese órgano, 3 sujetos (25%) realizan una "bifurcación" en el segmento boca-estómago. Uno de ellos (Sujeto 1), plantea la existencia de dos conductos, a partir de la garganta, que conducen al estómago: uno es el "conducto" por donde se va el **agua** al estómago y, el otro, es el "conducto" por donde llega la **comida** al estómago. Los otros dos sujetos, por su parte, consideran dos estómagos: para el Sujeto 11, uno es "el estómago para el **agua**" y, el otro, "el estómago para la **comida**", mientras que para el Sujeto 2, la **comida chatarra** se va al estómago y la **comida nutritiva** a la panza. Es decir, las diferencias atribuidas a las sustancias, sean éstas agua-comida o comida nutritiva-comida chatarra, diferencian también el papel que juegan los conductos o los receptores. Además, excepto el Sujeto 2, quien añade intestinos (delgado y grueso) y venas en sus explicaciones acerca del proceso digestivo, los sujetos 1 y 11 parecen conocer únicamente el segmento boca ? conducto ? estómago.

Para otro grupo de sujetos (3, uno del GII y dos del GIII), aunque no de manera gráfica sino en sus explicaciones, también suponen una bifurcación, pero, en este caso, en el segmento estómago-intestinos. Por ejemplo, para el Sujeto 4, *un alimento como el pollo, llega al estómago y de allí se va al intestino delgado. Mientras que los "sabitones" también llegan al estómago pero de allí se van al intestino grueso y después se desearían por el ano.* En el caso de la comida nutritiva, ésta pasa a las venas para llegar a todo el cuerpo. En cuanto a la ingesta de líquidos, la diferenciación que realiza es parecida a la de la comida: un

refresco como la coca-cola llega al estómago y de allí pasa al intestino grueso, mientras que el agua, llega al estómago y pasa a las venas.

Análisis de las entrevistas

En general, como ya lo hemos mencionado, los sujetos del GI conciben solamente el segmento boca-estómago como el único tramo del tracto digestivo, tal vez por esta razón, consideran que el alimento se queda en el estómago (Modelo 2a y 2b) y, como resultado, no llega a otras partes del cuerpo. En sentido estricto, el organismo no es conceptualizado como un sistema que lleve a cabo transformaciones, más bien, parece que son las cualidades "inherentes" de los alimentos ("la comida nutritiva es buena porque nos da salud, nos ayuda a crecer, etc.) las que generan ciertos efectos. Por ejemplo, Víctor (7:02, GI, 6) reporta que la comida nutritiva se queda dentro del estómago y la no-nutritiva se desecha. Al cuestionársele cuál sería el resultado si una persona comiera también "chicharrones" (comida que él clasificó como "chatarra"), menciona que dicha comida serviría solamente para engordar:

"Pero si tu dices que esa comida se sale, ¿cómo es que alguien puede engordar por comerla?" **Por el simple hecho de comerla, engorda.**

Es decir, este sujeto realza las propiedades inherentes de los alimentos dejando de lado cualquier transformación que pudiera llevar a cabo el organismo.

Asimismo, en el Grupo I, cada uno de los aparatos es concebido como cerrado en sí mismo, sin relacionarlos unos con los otros. Por ejemplo, los cuatro sujetos pertenecientes a este grupo mencionan venas, sangre y corazón; pero, aunque todos ellos dicen que hay sangre en todo el cuerpo y está dentro de las venas, no conciben que ésta transporte nutrientes u oxígeno. "La sangre [sólo] sirve para que no muramos".

Por su parte, los sujetos del GII introducen dos elementos que marcan una diferencia sustancial respecto de los sujetos pertenecientes al GI. Por un lado, comienzan a implicar ciertas transformaciones llevadas a cabo por el organismo

(aunque no siempre correctas) y, por el otro, amplían el número de elementos que componen el tracto digestivo (intestino delgado y grueso), a la vez que ahora, la existencia de las venas posibilita que el alimento pueda llegar a otras partes del cuerpo.

Berenice (9:03, GII, 3). **El estómago sirve para digerir la comida que comemos.** [El estómago] **la digiere y de ahí pasa a... hacia por el intestino delgado y el intestino grueso, de ahí la expulsa; la que no necesita la expulsa y la otra la digiere la sangre.** "¿Cómo la digiere la sangre Berenice?" **La, este, la revuelve con agua y la pasa, como que la limpia.**

En otro caso, podemos observar que se hace referencia a la "energía":

Josué (9:03, GII, 9). **El estómago sirve para mezclar líquidos con la comida y sean más fáciles de digerir. Los alimentos se digieren cuando "el cuerpo los quema", algunos se vuelven energía y otros los desecha... de la boca, [la comida] pasa por la garganta y llega a un tubo largo que se llama faringe, y de ahí se va al estómago.** "¿Qué pasa con la comida que se desecha, para dónde se va?" **Al intestino grueso y de ahí se va al ano.** "Y la comida que se vuelve energía, ¿llega a todo tu cuerpo? **Sí.**" "¿Cómo llega?" **Este... por medio de las venas.** "¿Sabes cómo pasa del estómago a las venas?" **Pues creo que cuando se hace energía, creo que [se] vuelve oxígeno que se va al corazón, del corazón se expulsa para que se vaya al cuerpo.**

Un aspecto importante a resaltar en el ejemplo anterior, es que el conjunto de los argumentos esgrimidos por este sujeto parecen, asimismo, encaminarlo en la explicación de otros fenómenos, por ejemplo, el crecimiento:

"¿De qué manera le sirve a tu cuerpo la comida que comes?" **Para tener más energía y nada más.** "¿Y tú crees que la comida te sirva, por ejemplo, también para crecer?" **Sí.** "¿Y cómo crees que nosotros crecemos?" **Este, pues... mientras vayamos comiendo las venas se van haciendo más grandes y nosotros nos hacemos grandes con ellas.** "¿Con las venas?" **Ajá.** "¿Pero por qué es necesario que las venas se hagan grandes?" **Pues, este, pues porque si no, nosotros no creceríamos.**

Para otro de los sujetos, no obstante considerar que la comida pueda llegar a todo el cuerpo por medio de las venas, su distribución queda compeliada a aquellos lugares en los que éstas existan:

Arturo (8;08, GII, 2). **La comida si llega a otras partes del cuerpo, las manos, la cabeza y los pies... no llega a los ojos, ni a las uñas ni al pelo.** "¿Por qué allí no llega la comida? **No tienen venas. Los ojos [por ejemplo], es por donde vemos, [por eso] no tienen venas.**

En este mismo grupo (GII), tres de los sujetos fueron clasificados en el Modelo 3 y, todos ellos, mencionaron que las venas eran el "medio" por el cual los nutrientes pueden llegar a todo el cuerpo. Más importante aún, para estos sujetos, la interrelación entre el tracto digestivo y las venas hace factible el acceso de los nutrientes a todo el cuerpo. Por el contrario, cuando uno de los sujetos perteneciente al GII, pero clasificado bajo los criterios del Modelo 2b, explica el proceso digestivo se observa, por un lado, la diferencia entre las concepciones sostenidas por los sujetos del GI y los del GII y, por el otro, la diferencia entre los Modelos 2b y 3.

Una forma de corroborar lo anterior, a la vez que refleja la lógica seguida en la construcción de los modelos (a saber, el nivel intermedio del Modelo 2b), es el hecho de que cuando no aparecen las venas, el trayecto de los nutrientes queda circunscrito al tracto digestivo. Por ejemplo, Mariana (8;10, GII, 12) dice que por un "tubo" llega la comida a la "panza". La comida sale por el ano, pero sólo aquella que no necesitamos. Mientras que la comida que nos hace bien se queda dentro de la "panza". Sin embargo, ante la pregunta: "¿La comida se queda en el estómago?" Contesta: **Bueno, hay una que se queda y otra que se va. Pero luego cuando volvemos a comer otra cosa, eso se va y la comida que viene de nuevo se queda ahí, en la panza...**

No obstante, la explicación de tal hecho se articula en relación con las propiedades atribuidas a los alimentos:

Mariana (8;10, GII, 12). "¿El pollo y los chicharrones siguen el mismo camino hacia el estómago?" **Si, pero el pollo se queda en la panza porque es nutritivo, pero los chicharrones salen porque no lo son.**

Argumentos semejantes son planteados por una niña que, no obstante pertenecer al GIII, también fue clasificada en el Modelo 2b. Como en el caso anterior, distingue entre alimentos nutritivos y comida chatarra y, por consiguiente, les otorga dos destinos diferentes:

(Daniela, 12;06, GIII, 10). "¿Qué sucede con la comida después de que te la comes?" **La deseamos.** "¿Toda la comida que comemos la deseamos?" **Según tengo entendido... alguna, la que sirve, la guardamos, y la que no, la deseamos.**

Para esta niña, la comida llega al estómago por una "tripa" y de allí pasa al intestino delgado; la comida "chatarra" se desecha por el intestino grueso pero la nutritiva se queda dentro del estómago. Asimismo, menciona que la comida no llega a otras partes del cuerpo pero sirve para darnos fuerza y mantenernos sanos:

"¿De qué manera crees tu que le sirve a tu cuerpo la comida que comes?" **Yo digo que [la comida] nos daría energía. Este, nutriéndonos, este... con fuerzas, energía, manteniéndonos sanos y fuertes.** "Pero ¿cómo es que nos da energía la comida?" **Porque la comida es nutritiva, por ejemplo, la fruta.**

Como podemos observar, a diferencia del Sujeto 9, quien concibe transformaciones de la comida en "energía", para esta niña, el alimento, por el solo hecho de ser "nutritivo", contiene o da "energía":

Yo digo que todo lo que es golosina no sirve para [darnos] fuerza ni nos nutre. "¿Por eso lo desecha el organismo?" **Ajá.** "Y el pollo, ¿también se desecha o se queda en algún lado del cuerpo?" **Yo creo que primero nos da como energía o algo, y luego... después se desecha también.** "¿Se desecha todo?" **Este... Pues yo digo que todo.** "¿Todo se desechará?" **Ajá, porque yo digo que si no, si comes diario, imagínate como quedaría el estómago, todo lleno de comida.**

Este conjunto de ideas vuelve a remarcar el hecho de que la naturaleza de los alimentos (nutritivo *versus* chatarra) imprime asimismo, de alguna manera, su huella en las concepciones que se tienen de la estructura y función digestiva:

... "Entonces, el pollo se tiene que ir desechando". **Ajá, poco a poco.** "¿Cuál de los dos alimentos tu crees que se desechará más rápido, el chicharrón o el pollo?" **Eh, es que por una parte pienso que el chicharrón, porque como no le sirve a nuestro organismo, pues nuestro cuerpo lo desecha más rápido.** "Y lo que nos sirve ¿podría tardar un poco más?" **Un poco.** "¿Pero, tu crees que el chicharrón siga este mismo camino que siguió el pollo hacia el estómago?" **Mmm, yo digo que no... Se iría por otro lado y saldría por acá.** (En este caso dibuja un conducto que va de la garganta hasta el ano.) **¿Llega o no llega al estómago?" No llega.**

Ahora que si observamos a otro sujeto del GIII, respecto de la misma temática, pero tipificado en el Modelo 3, encontramos que concibe de manera diferente el proceso. Por ejemplo, Eduardo (12;02, GIII, 8) dice que el estómago sirve para digerir la comida. Después de comerla pasa por el "conducto para el estómago", llega allí, pasa a los intestinos y después al "conducto" de desecho. La comida no sale inmediatamente ya que pasa un tiempo en el estómago hasta que es digerida. De la comida, sólo los minerales y las vitaminas se quedan dentro del organismo.

Eduardo (12;02, GIII, 8). **En el estómago, minerales y vitaminas se separan de los alimentos y, por medio de las venas, pasan a todo el cuerpo, lo demás de desecha.**

Es decir, aunque también diferencia entre alimentos nutritivos y chatarra como en el caso anterior (véanse los ejemplos de Daniela), ahora son los componentes lo que se esgrime como la razón de su destino: la comida chatarra es desechada porque no contienen minerales ni vitaminas. "¿Qué pasará con los chicharrones después de que llegan al estómago?" **Los digieres. Se van por el conducto para desechos porque no tienen vitaminas. La leche, por ejemplo, tiene calcio que se va a los huesos y ayuda a crecer.**

Por último, como mencionamos en la presentación inicial de los resultados, parece existir una cierta asimetría en la forma en la cual son concebidas las funciones de los órganos. En este sentido, si bien para Eduardo por medio de las venas los nutrientes alcanzan todo el cuerpo, no sucede lo mismo en el caso del oxígeno. Para él, el oxígeno sólo pasa de los pulmones al corazón "para ayudarlo a latir". Y aunque menciona que también llegaría al cerebro por las venas, considera que el oxígeno no llega a todas las partes del cuerpo por igual dado que, por ejemplo, el pie únicamente requiere de calcio para moverse, mientras que los músculos necesitan de vitaminas y minerales pero no de oxígeno. Es decir, la llegada de oxígeno o nutrientes al cuerpo, depende de lo que éste necesite:

Eduardo (12;02, GIII, 8). "¿Crees que el corazón necesite oxígeno?" **Pues... necesita más vitaminas y minerales que oxígeno.**

3.5.3 *Discusión*

El conjunto de los resultados obtenidos muestra la existencia de un cambio en las concepciones de los sujetos acerca del funcionamiento orgánico entre los 6 (GI) y los 9 años de edad (GII). Sin embargo, no se aprecia ninguna variación entre los 9 y los 12-13 años (Grupo III). El cambio entre los 6 y los 9 años se observa, específicamente, en la forma en que se conceptualiza la función de órgano. En el caso del estómago, por ejemplo, todos los sujetos de 6 años fueron clasificados en el Nivel 3, mientras que tres sujetos de 9 (GII) y dos de 12 años (GIII) lo fueron en el Nivel 4.

Este hecho parece implicar que a los 6 años de edad los niños ya poseen una "geografía del cuerpo" (Cridler, 1981) que les permite delimitar distintos órganos en áreas específicas del organismo. Sin embargo, en esta edad todavía prevalece la idea de que los órganos funcionan como "contenedores" o "estaciones de paso" de las sustancias, pero sin asignarles una papel en la transformación de las mismas. Dicha forma de conceptualizar las funciones cambia entre los 9 y los 10 años de edad, cuando los órganos comienzan a ser concebidos como entidades activas que transforman de alguna manera las sustancias y, adicionalmente, se

llegan a considerar interrelaciones entre los órganos. Esto supone que las sustancias ya no se circunscriben a un "contenedor", sino que pueden alcanzar otras áreas del organismo. Empero, después de esta edad, las mismas concepciones continúan siendo adscritas por algunos de los sujetos de 12 y 13 años. En este sentido, dicho cambio bien pudiera tipificarse como enriquecimiento conceptual; esto es, a partir de los 6 años de edad, por lo menos, se asiste al desarrollo de un marco biológico básico que apoya y orienta la comprensión y explicaciones del funcionamiento corporal. No obstante, hacia los 12-13 años, aún cuando se aprecie un aumento en el número de elementos orgánicos conocidos y se precisen de mejor manera sus funciones, en general continúa siendo un marco que todavía tiene como referencia el nivel de órgano más no el celular. Por tanto, un cambio entre dos marcos interpretativos diferentes, bien pudiera implicar, suponemos, un cambio conceptual fuerte. En este sentido, la adopción de un marco que conceptuara los procesos corporales como de naturaleza bioquímica, posibilitaría llegar a saber que las células del cuerpo proveen la "superestructura" que lleva a cabo un conjunto de reacciones químicas interrelacionadas (Rowlands, 2001). Por ende, sostener un marco que tenga como referencia el nivel celular, conduciría a una comprensión diferente del funcionamiento orgánico. Con todo, en el presente trabajo, dicho marco no es considerado por los sujetos de la muestra estudiados: ninguno de ellos asigna funciones en el Nivel 5.

Por otra parte, aunque ligado con lo anterior, los datos revelan una asimetría en la asignación de las funciones. En el caso de pulmones, el 75% de los sujetos (tres sujetos por cada uno de los grupos) le asignan la función de "contenedor". Mientras que ninguno de los sujetos de la muestra asignó dicha función a corazón. Lo que ambos casos parecen mostrar es que el conocimiento que se tiene de los órganos del cuerpo no es uniforme. Quizá en esto influyan aspectos experienciales; es decir, existe una mayor interacción por parte de los sujetos con los patrones alimenticios y sus consecuencias para el organismo que, por ejemplo, con el proceso respiratorio. Tal vez por ello, la respiración, en la mayoría de los casos, se conciba simplemente como la entrada y salida de aire y, a la vez, se circunscriba a los pulmones, haciendo innecesario que el "aire" (oxígeno) llegue

a otras partes del cuerpo. Véanse los argumentos dados por Eduardo (12:02, GIII, 8). En el caso del corazón, el 41.66% de los sujetos le otorga la función de "vivir". Lo cual parece contener la idea de que hay órganos que cumplen de mejor manera que otros con esta función (Jaakkola y Slaughter, 2002). Además, quizá también influyan las profusas referencias culturales que refuerzan ciertas creencias sobre la importancia del corazón. A pesar de todo, las concepciones que los sujetos sostienen de los órganos estómago, pulmones y corazón, parecen estar contenidas en un marco explicativo específicamente biológico.

Por último, un aspecto que debe ser examinado en futuras investigaciones, es el hecho de que la concepción que tienen los sujetos acerca de la comida, parece organizarse en derredor de una serie de dicotomías que determinan propiedades que afectan o interactúan de alguna manera con el organismo. Sin embargo, con los datos aportados por nuestro estudio, no estamos en posición de determinar si tal concepción refleja una postura vitalista de los niños (Inagaki y Hatano, 2002), o es parte de una concepción esencialista aunque no necesariamente biológica (Gelman, Coley y Gottfried, 1994). Empero, si la comida es considerada dentro de un marco biológico y, por ende, se encuentra ligada con el proceso digestivo, debe indagarse el hecho de si en algún momento del desarrollo "comida nutritiva" y "comida chatarra" se integran (coalescencia) en un único concepto: nutrientes (véase Carey, 1985; 1991; 2000) y, si es el caso, examinar de qué manera cambian, con dicha integración, las concepciones acerca del proceso digestivo.

Con base en los datos obtenidos y con el objetivo de analizar de manera más detallada el conocimiento de los niños acerca de la digestión, la función del alimento y los lugares específicos a los cuales llegan los nutrientes, se planteó realizar un nuevo estudio.

3.6 ESTUDIO 2

3.6.1 Método

Participantes

En este Estudio participaron 18 niños (9 niñas y 9 niños). Todos ellos fueron seleccionados, de manera aleatoria, de una escuela de educación primaria (SEP) ubicada en la zona norte de la Ciudad de México. Ninguno de ellos participó en el Estudio 1. Los niños y las niñas pertenecían a los seis grados de primaria (tres participantes por cada grado) y fueron divididos, de acuerdo con su edad, en tres grupos: Grupo I, de 7:04 a 8:04 años (primero y segundo grados), Grupo II; de 9:01 a 10:05 años (tercero y cuarto grados) y, Grupo III, de 10:08 a 11:11 (quinto y sexto grados).

Materiales

Se utilizó una entrevista compuesta por 4 preguntas (véase *procedimiento*) que pretendía examinar las concepciones acerca del proceso digestivo. Cada una de estas preguntas se realizó para los estímulos chocolate y pollo. Alimentos que previamente, en un estudio piloto, seis niños habían calificado como “chatarra” y “nutritivo”, respectivamente⁴. Las mismas 4 preguntas se realizaron presentando una situación hipotética: la ingesta accidental de un chicle y una piedra pequeña (3mm de diámetro aproximadamente). La forma de establecer la entrevista, consideró el formato utilizado por Texeira (2000) en su estudio. Las preguntas restantes, presentadas en las Tablas 4-8, fueron presentadas en un formato de pregunta cerrada. (Dichas preguntas trataron de indagar las características y

⁴ Se presentaron 21 fotografías de alimentos en tamaño esquila: pescado, jamón, frijoles, agua sabritones, gansito, galletas, manzana (fruta), cereal (kellogg's), arroz, huevo, pelón pelo-rico, refresco, yakult, queso, choco-milk, verduras (lechuga, espinacas y nopales), leche, malvaviscos, chocolate y pollo. Los ocho estímulos presentados en el apartado *tipificación de los alimentos* de este Estudio, fueron tipificados por 6 niños de primer grado de primaria por arriba del 80% como nutritivos (pescado, leche, fruta y verduras) y chatarra (sabritones, gansito, pelón-pelo rico y refresco). Estos estímulos incluyen tres alimentos sólidos y uno líquido, respectivamente. En los ocho estímulos presentados en el Estudio 3, se cambió leche por arroz, y sabritones y refresco por sabritas y malvaviscos (el porcentaje alcanzado por estos nuevos estímulos también estaba por encima del 80%).

atributos de los alimentos y sus consecuencias para con el organismo.) Adicionalmente, se utilizaron dos siluetas anatómicas humanas (visión anterior y posterior) para que los niños dibujaran tanto los órganos como los recorridos de los alimentos.

Procedimiento

Se seleccionó de manera aleatoria a cada uno de los 18 sujetos de la muestra. Dado que había 2 grupos por cada uno de los seis grados, mediante números aleatorios se eligió el grupo de procedencia (A o B) y, ya determinado el grupo, se eligió al sujeto mediante el mismo procedimiento.

Seleccionado el sujeto, se le conducía a un salón habilitado por la Dirección de la escuela para llevar a cabo el estudio. Ya en el salón se le dijo al niño o a la niña que se le iban a hacer una serie de preguntas, que lo importante era lo que él o ella creyesen o pensaran acerca de las mismas, que no consideraran que era un examen, y que sus respuestas no iban a influir en su calificación.

En la primera fase del interrogatorio se les planteó a los sujetos una serie de preguntas en una versión de entrevista semiestructurada de corte piagetiano, siguiendo el modelo utilizado por Texeira (2000) en su estudio. Primero se le pedía al niño o niña que se comiera un pequeño trozo de chocolate. Después de comérselo, se le cuestionó:

1. ¿A qué lugar crees que llegó?
2. ¿Podrías dibujar en esta silueta el recorrido que siguió para llegar a ese lugar?
3. ¿El chocolate se queda allí o llega a otras partes del cuerpo?
4. Si llega a otras partes del cuerpo, ¿cómo llega allí?

Posteriormente, se le pidió que dijera si creía o pensaba que el trayecto seguido por el chocolate sería el mismo si lo ingerido fuera un trozo de pollo, una piedra pequeña o un chicle, con el objetivo de observar las posibles variaciones que

tendría en el proceso digestivo un determinado tipo de elemento o sustancia. Asimismo, en esta primera fase se le pidió que dibujara los órganos mencionados en la entrevista, para lo cual se le proporcionaron dos siluetas anatómicas humanas, una con vista posterior y otra con vista anterior.

Por último, en la segunda fase, se le hicieron las preguntas restantes. Este grupo de preguntas estuvo dirigido a examinar: las funciones que cumple el alimento en el organismo, la invariancia de tal función, y si la distribución de los nutrientes alcanza o no todos los órganos del cuerpo. Las entrevistas tuvieron una duración entre 30 y 40 minutos y todas ellas fueron audio-grabadas.

Codificación

Con el fin de organizar las respuestas de los sujetos a las preguntas realizadas en la primera fase de la entrevista, se decidió sintetizar en solamente 2, los 5 modelos utilizados en el Estudio 1. Así, tenemos que el *Modelo A*, se refiere a la secuencia **entrada** → **estómago** → **(con o sin)** → **salida**, mientras que el *Modelo B*, se refiere a la secuencia **entrada** → **estómago** → **distribución** → **salida**. Asimismo, en cuanto a su caracterización, ambos modelos son concebidos como "modelos coherentes defectuosos", de acuerdo con la tipificación que hacen Chi y Roscoe (2002).

Fiabilidad

Un segundo investigador codificó de manera independiente las respuestas de los niños. La fiabilidad entre los dos investigadores fue de 96% para la adjudicación de los Modelos.

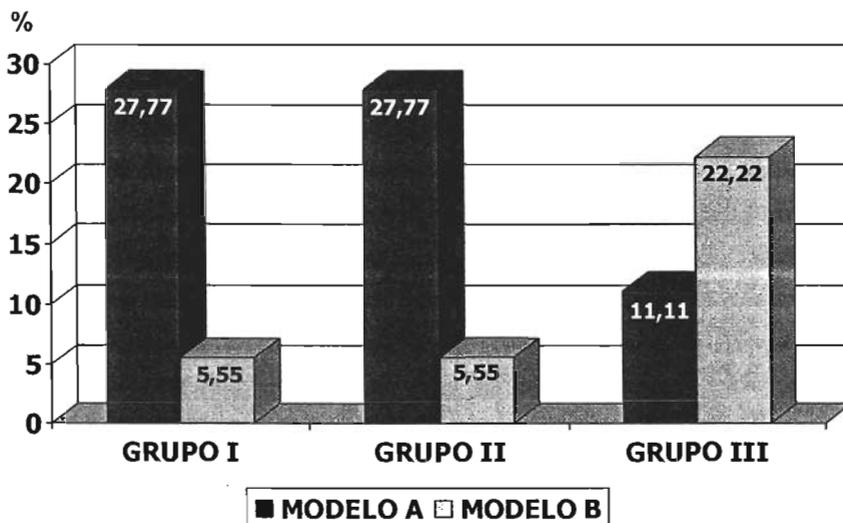
3.6.2 Resultados

Modelos A y B

Las respuestas dadas por los sujetos, fueron calificadas con base en los Modelos A y B. El modelo A, como ya se mencionó, resalta la secuencia entrada-estómago-salida (ya sea con o sin salida, por ejemplo: "se queda en la panza"; "lo que comemos se va a las pompis"; "se va cuando hacen del baño" o "se va al excremento), sin considerar un proceso de distribución de los nutrientes a todo el cuerpo. El modelo B, por su parte, establece la secuencia entrada-estómago-distribución-salida, y, a diferencia del modelo anterior, llega a implicar la *distribución* de los nutrientes a otras partes del cuerpo (pero no a todas). De acuerdo con esta distinción, el 66.66% de los sujetos fue calificado de acuerdo con el modelo A, mientras que el 33.33% fue considerado en el modelo B (véase Anexo 2, para un ejemplo gráfico).

En la Gráfica 1, puede observarse la distribución de los Modelos A y B por el grupo de edad. En dicha gráfica puede constatare que el Modelo A es sostenido tanto por GI como por GII el 27.77% de las veces. Mientras que el Modelo B alcanza, en esos mismos grupos, sólo el 5.55%. Por el contrario, los sujetos pertenecientes al GIII, fueron asignados al Modelo A, el 11.11% y, al Modelo B, el 22.22%. Estas distribuciones señalan que una mejor comprensión del proceso digestivo tiende a ser más asequible para el grupo de mayor edad.

DISTRIBUCIÓN DE LOS MODELOS



Porcentaje de la muestra total (n=18)

Gráfica 1: Porcentajes de los Modelos A y B por grupo de edad.

Alimentos "nutritivos" y "chatarra"

Una idea sostenida por el 44.44% de los sujetos de la muestra, es aquella que diferencia entre comida "nutritiva" y comida "chatarra". Vinculada con ésta, además, se observa la noción de que los alimentos no llegan a todos los órganos del cuerpo, así como una idea acerca de las consecuencias que tiene un alimento u otro para el organismo; por ejemplo: mientras que el calcio de la leche se va a los huesos, o la fruta se va a la cabeza, los dulces no se quedan en el organismo porque son dañinos. Adicionalmente, de manera explícita, la mitad de los sujetos de la muestra (22.22%) llegan a considerar trayectos diferentes en el organismo de acuerdo con esa clasificación:

Nuria (7;10, GI, 11). Hace rato tú comiste un chocolate. Si tú comieras pollo, ¿el pollo seguiría el mismo camino, llegaría también al estómago? **Sí.** ¿Crees que el pollo llegue también a las manos? **No.** ¿Llegaría a la cabeza? **No, nada más al estómago.** ¿Por qué el chocolate sí llega a las manos y a la cabeza, y el pollo no? **Es que alguna comida, algunos tienen que estar en una parte y otros en otra, dulces en una parte y comida en otra parte. Así, tienen que estar separadas de donde están.**

En otras partes de la entrevista, pudo corroborarse que para esta niña, en sentido estricto, existen "compartimentos" en los cuales queda separada la comida. Mientras que en otros casos, como en el ejemplo siguiente, la diferencia "nutritivo"/"chatarra" sirve para especificar qué se distribuye a todo el cuerpo y qué no.

Diana E. (10;05, GII, 13). Tú decías hace un momento que una parte del pollo que comemos se va a la sangre y otra parte se va a la vejiga para ser desechada, ¿cuál es la parte del pollo que va a la sangre, y cuál es la otra parte del pollo que va a la vejiga? **La mitad del pollo va por la sangre y la mitad se queda en la panza para la vejiga.** Y si en lugar del pollo, yo comiera chicharrones o sabritas. ¿Crees que las sabritas también se van por las venas [las cuales ella ya había mencionado] hacia los pies y las manos? **No, porque nos harían daño, es comida chatarra.** Entonces, ¿qué sería lo único que iría hacia las venas? **Las frutas, el pollo, y también los alimentos saludables.** ¿Y qué se iría a la vejiga? **La mitad de todo lo que comemos.** Entonces, si yo como puras sabritas, ¿la mitad se iría a la vejiga y la otra mitad a la sangre? **No porque nos haría daño.** Entonces, ¿las sabritas se quedarían en el estómago o todas se irían a la vejiga? **Toda[s] se va[n] a la vejiga.**

Damián (11;07, GIII, 5). Por ejemplo, si comieras "charritos", ¿tú crees que algo de los "charritos" llegaría a otras partes de tu cuerpo? **No.** [Dibuja una línea que va del esófago al estómago y luego al ano]. **Llegarían aquí** [señala lo que dibujó como ano] **y se desearían.** ¿Entonces para qué sirve comer charritos y gansitos? **Nada más de postre. No son nutritivos.**

No obstante, la especificación de los componentes de los alimentos no cambia la idea acerca de la distribución de los nutrientes, es decir, éstos siguen accediendo sólo a algunas partes del organismo:

Perla Jazmín (11;07, GIII, 6). ¿Y después de que llega el pollo al estómago, llegará a otros lugares del cuerpo? **Va, o sea, las vitaminas que tiene el pollo se irían a los brazos y pies, y a la cabeza y nada más.** ¿También pasaría lo mismo si lo que comieras fueran chicharrones? **Este... irían al estómago y se desechan.** ¿Y si lo que tomaras fuera refresco? **También se desecharía.** Si fuera agua, ¿qué pasará con el agua que se toma? **Se va a todo el cuerpo.**

Tipificación de los alimentos

Como podemos observar, la tipificación que hacen los sujetos de los alimentos se realiza de acuerdo con la dicotomía nutritivo-chatarra. Con el fin de verificar lo anterior, les fueron presentados a los sujetos 8 estímulos (fotografías) que, anteriormente, ya habían tipificado como nutritivo (pescado, leche, fruta y verduras) y chatarra (sabricones, gansito, pelón-pelo rico y refresco). Así que, mostrándoles estos estímulos, se les pidió que eligieran aquellos alimentos que "debería" comer una persona, de acuerdo con una condición, ser anciano, niño o bebé. Las respuestas a esta pregunta fueron:

Tabla 4: ¿Qué es lo que debería de comer?

	Pescado	Leche	Fruta	Verdura	Sabricones	Gansito	p-rico	Refresco
Anciano	72.22%	77.77%	94.44%	94.44%	0%	0%	0%	0%
Niño	88.88%	88.88%	100%	94.44%	0%	16.66%	0%	5.5%
Bebé	44.44%	94.44%	88.88%	100%	0%	11.11%	0%	0%

La elección de los alimentos para cada una de las condiciones (anciano, niño, bebé), ilustra que ésta se hace de manera diferenciada, a saber, dependiendo de la edad, por ejemplo, eligen leche en un mayor porcentaje para el bebé que para el anciano. Sin embargo, aunque esa elección se ajusta a la condición, lo importante es que, en los tres casos, la diferencia fuerte apunta en dirección de la casi exclusión de los alimentos considerados "chatarra". En el caso del anciano, son excluidos por completo pero, aunque son elegidos (con puntajes muy bajos) para el niño y el bebé, la razón por lo cual se hace tiene que ver con cuestiones de "gusto", no porque cubran necesidades nutricionales. Como fue señalado por un niño en la entrevista: "el gansito no sirve para nada, pero a los niños les gusta".

Por otra parte, si a los sujetos se les pide mencionar las consecuencias que tendría para el organismo el hecho de llevar un cierto tipo de dieta, ellos diferencian entre distintos resultados. Así, se les presentaron dos fotografías que mostraban a dos niños de la misma edad. Uno de ellos (A), se les dijo, sólo comía alimentos "chatarra", mientras que el otro (B), consumía sólo alimentos "nutritivos". Posteriormente, se les preguntó: ¿Cómo crees que serán esos niños cuando sean adultos? Enfermos o sanos; fuertes o débiles; altos o chaparros. En el caso de A, eligieron enfermo (100%), débil (88.89%) y chaparros (94.44%) Mientras que en el caso de B, eligieron sano (88.88%), fuerte (94.44%) y alto (100%).

Función de los alimentos

Pero, ¿cuál es la función que cumple el alimento en el organismo? Ante esta pregunta, los sujetos restringieron sus respuestas a 5 funciones. Aunque algunos mencionaron solamente una, y otros tres de ellas como máximo, ninguno mencionó una función diferente. Por otra parte, en ninguna de las funciones consideradas se observan diferencias entre los tres grupos de edad. El total de la muestra eligió de la siguiente manera las funciones:

Tabla 5: ¿Para qué sirve el alimento que comes?

Nutrición	Salud	Vivir	Fuerza/energía	Crecer
27.77%	27.77%	11.11%	33.33%	72.22

Como puede observarse, en las funciones "crecer" y "fuerza/energía" es en donde se dan los puntajes más altos. El caso sobresaliente es el de la función "vivir", la cual obtuvo el puntaje más bajo. El hecho de que "crecimiento" alcance el puntaje más alto, puede hacer pensar que los sujetos consideran sólo un estado (por ejemplo, la edad) del organismo. Dado que este pudiera ser el caso, se les presentó otra pregunta que indagaba por la función que tendría el alimento en un anciano o en un bebé.

Tabla 6: ¿Para qué crees que le sirva alimentarse?

	Nutrición	Salud	Vivir	Fuerza/energía	Crecer
Anciano	5.55%	22.22%	50.00%	38.89%	0%
Bebé	11.11%	38.89%	0%	5.55%	100%

Respecto de la condición "anciano", puede observarse que **vivir** aumenta sustancialmente su puntaje; **fuerza/energía** y **salud** no presentan variaciones, mientras que **nutrición** decrece. En la condición "bebé, el aspecto más relevante de los puntajes es el 100% dado a la función **crecimiento** y el 0% a **vivir**. Es decir, para los sujetos de esta muestra, el alimento cumple necesidades distintas dependiendo del "estado" edad. (Como en el caso anterior, no se presentan diferencias entre los grupos de edad en la elección de las funciones.)

Este conjunto de datos muestra que los sujetos atienden a ciertas condiciones y, al hacerlo, diferencian entre los objetivos que cumple el alimento para con el organismo. En tal caso, lo que parece obvio es que no conceptúan como invariantes ciertas funciones orgánicas. No obstante, los sujetos parecen comprender algunas relaciones, por ejemplo, entre actividad y requerimiento alimenticio. Cuando se les presentaron dos estímulos, un futbolista y un oficinista (detallando las actividades llevadas a cabo por cada uno de ellos en un intervalo de 8 horas), con el fin de que los sujetos determinaran quién necesitaba de una mayor ingesta de alimento, el futbolista fue elegido el 83.33% de las veces, mientras que el oficinista lo fue sólo el 16.66%. Asimismo, argumentaron que una mayor cantidad de alimento era necesaria para llevar a cabo esa actividad. Por tanto, se le otorgó la función **fuerza/energía** al futbolista el 72.22% de las veces.

Ahora bien, si los nutrientes son o no necesarios para apoyar todas las funciones que lleva a cabo el organismo, queda evidenciado por la manera en la que los sujetos suponen qué funciones (o actividades) requieren de los suministros alimenticios. Cuando se les presentó una pregunta como la siguiente: ¿El alimento que tu comes te sirve (o ayuda) para que lata tu corazón?, variando las funciones o actividades (jugar, dormir, pensar, respirar, crecer), la distribución de las respuestas fue la siguiente:

Tabla 7: ¿El alimento que tú comes te sirve para...?

Jugar	Dormir	Pensar	Respirar	Latir (♥)	Crecer
88.89%	22.22%	72.22%	50%	77.77%	100%

Una vez más, como puede verse, los sujetos tienden a privilegiar la relación alimentación-crecimiento. Asimismo, una comparación entre jugar y dormir apunta a que quizá la distinción está siendo hecha tomando en cuenta el monto de actividad requerido (como en el caso del futbolista).

Por otra parte, si la ingesta de alimento posibilita que se lleven a cabo funciones como el movimiento cardiaco o el pensar, sería coherente suponer que los nutrientes acceden a los órganos "base" de tales funciones; sin embargo, aún y cuando algunos de los sujetos sostienen que los nutrientes llegan a todo el cuerpo, un examen de los lugares específicos a los cuales estos podrían acceder, muestra lo siguiente:

Tabla 8: ¿El alimento que tu comes, llega a...?

Cerebro	Corazón	Uñas	Estómago	Cabello	Pies	Ojos	Huesos	Células
33.33%	16.66%	11.11%	83.33%	27.77%	22.22%	27.77%	55.55%	22.22%

Estos resultados indican una discrepancia, por un lado, se considera que la ingesta de los alimentos sirve para el "latido del corazón" (77.78%) o para pensar (72.22%), por el otro, sólo el 16.66% y el 33.33% de la muestra, respectivamente, supone que el alimento llega a los órganos corazón y cerebro. Dicha discrepancia probablemente señala que el conocimiento que poseen los sujetos atiende a relaciones entrada-salida (conocimiento directo de las causas), en consecuencia, a un conocimiento general y poco detallado del funcionamiento corporal. En el caso del estómago no parece ser extraño el puntaje alcanzado (83.33%), dado que para los sujetos, incluso aquellos que sostienen el Modelo A, este órgano es un receptáculo o una estación de paso de la comida, por ende, el alimento sí llega a él. Respecto de los huesos (55.55%), algunos de los sujetos del GII y GIII tendieron a mencionar que un nutriente que llega a los huesos es el calcio. No obstante, ambos resultados quizá estén enlazados con la preponderancia que le otorgan los sujetos a la relación alimentación-crecimiento. Por ejemplo, cuando

en las entrevistas se les preguntó si sabían por qué se crece, algunos de los sujetos del GII y GIII (33.33%) implicaron, precisamente, el estómago y los huesos en el crecimiento: "crecen los huesos"; "se alargan los huesos" (16.66%); o bien, "la comida va circulando por las partes que necesitan crecer, como el estómago"; "crece el organismo y el estómago" (16.66%).

Esta idea de que la distribución de los nutrientes alcanza solamente algunas partes del organismo, está bastante generalizada incluso en aquellos sujetos que sostenían que el alimento sí llega a otras partes del cuerpo:

Carlos (11;11, GIII, 4). ¿Por dónde llega el alimento a otras partes del cuerpo? **Por varias venas.** ¿Y crees que a las células también llegue el alimento? **También. Ellas se lo comen.** ¿Para qué se lo comen? **Para alimentarse...** ¿En qué partes del cuerpo hay células? **En todo [el cuerpo].** ¿En todo el cuerpo? ¿En las uñas habrá células? **No.** ¿En el cabello? **Tampoco.** ¿En los huesos? **No.** ¿En los músculos? **En los músculos sí.** ¿El estómago tendrá células? **Sí.** ¿Y porqué el cabello no tiene células? **Porque está aquí afuera.** ¿Solamente lo que está dentro del cuerpo tiene células? **Sí.**

Perla Jazmín (11;09, GIII, 6). Lo que tú comes, ¿llega, por ejemplo, al cabello? **Puede ser.** ¿Por qué puede ser? **Porque las vitaminas pueden pasar ahí y también al cerebro.** ¿Y de dónde provienen las vitaminas? **Por medio de que come uno frutas y verduras.** Entonces, ¿las vitaminas que contienen los alimentos, llegan al cerebro? **Sí.** ¿Llegaran a los dedos? **No.** ¿Al estómago también llegarán vitaminas? **Sí.** ¿Al cabello? **Sí.** ¿A los ojos? **Sí.** ¿A los huesos? **A los huesos llega calcio.** ¿Y sabes qué hay que comer para que tengamos calcio? **Este, leche y otras cosas.** Oye, ¿y el calcio de la leche llegará también a los dientes? **Sí.** ¿Llegará a mi oído el calcio? **No llega.** ¿A mi piel llegará el calcio? **No.** ¿Nada más a los huesos y a los dientes? **Sí.** Muy bien, ahora te voy a hacer otras preguntas. ¿Sabes en qué parte del cuerpo hay células? **¿Células? Este, en todo el cuerpo.** ¿En la piel tenemos células? **No sé.** ¿En el cabello tenemos células? **No sé.** A ver, en los dientes ¿tenemos células? **No.** ¿En los huesos? **En los huesos no.** Entonces, ¿qué es lo que sí tiene células? **El corazón, y en los alrededores.**

Entre otras cosas, los ejemplos anteriores denotan una falta de conocimiento sobre las células, aún por aquellos sujetos (cerca del 20%) que las mencionan.

Éstas, como se observa, no son las unidades del cuerpo, son, de acuerdo con Ulises (10;11, GIII, 17): "... **cositas que van por la sangre**".

Por otra parte, cabe también la posibilidad de que las sustancias no se distribuyan a todo el organismo por una especie de "adecuación" entre la sustancia y el órgano-diana:

Mauri (8;04, GI, 10). ¿Tú crees que las vitaminas de los alimentos lleguen a los ojos? **También y también la vitamina E, la zanahoria, porque nos ayuda a ver mejor.** ¿Si no comieras zanahorias, tú crees que verías bien? **Necesitaría lentes.** ¿Pero tú crees que necesitarías lentes por no comer zanahorias? **Sí, porque los ojos, como ninguna zanahoria los ayuda a que puedan ver mejor, se les irá quitando unas cosas que sirven para que veamos.**

O bien, por la relación causa-efecto entre la propiedad de una sustancia ingerida y el color que posee un tejido del organismo:

Diana E. (10;05, GII, 13). **Yo comía mucho jitomate, y una vez me enfermé y me llevaron a hacer análisis de sangre, salí que mi sangre está muy roja porque como muchos jitomates.**

Relacionado con lo anterior, los resultados muestran que los sujetos no conciben transformaciones químicas de las sustancias durante el proceso digestivo; a saber, las sustancias siguen guardando las propiedades que tenían antes de la ingesta. Por ejemplo, en la primera parte de la entrevista se les cuestionó acerca de qué pasaría con un chicle o una piedra pequeña que, accidentalmente, se hubiera tragado un niño. Ante tal pregunta, 88.88% de la muestra total, mencionó que el chicle se quedaría pegado en algún tramo del tracto digestivo como consecuencia de una "propiedad" que posee tal elemento. En algunos casos, se queda en el organismo toda la vida:

Diana (7;00, GI, 9). **Se queda en la panza porque es pegajoso... Se queda pegado toda la vida.**

En otros casos, sale del organismo:

Arturo (7;00, GI, 8). **Se queda en la panza [porque] es pegostioso (sic). Luego se sale por las pompis.**

Por otra parte, aún cuando algunos de los sujetos conciben la existencia del jugo gástrico, dicho conocimiento no es aplicado en el caso del chicle. Por ejemplo:

Damián (11;07, GIII, 5). **Los jugos gástricos deshacen el pollo, pero no deshacen la piedra... A veces el chicle se atora antes de llegar a los jugos. Se empieza a deshacer y se cae. [Bueno], más bien se empieza a despegar.**

Pero, en el momento en el que es dable pensar en una posible transformación del chicle, ésta no deviene a través de alguna función del organismo, sino por factores externos:

Mauri (8;04, GI, 10). **El chicle se queda pegado en el estómago y le agarra una enfermedad [al niño]. Lo llevan al doctor para que le puedan dar medicinas y el chicle se convierta en algo que lo pueda llevar al excremento.**

En el caso de la piedra, el 38.88% mencionó no saber que pasaría. Para el 27.77% la piedra se atoraría en la garganta, en caso contrario, lastimaría el estómago, o se quedaría en él (22.22%), mientras que sólo el 11.11% supone una transformación. No obstante, cuando ésta se da, es porque "en algún momento se deshace, por el tiempo" o bien, porque "queda en arena y sale". Es decir, dichas transformaciones son de índole física, pero no química.

3.6.3 *Discusión*

El 66.66% de los sujetos de la muestra en el Estudio 2, fue adscrito al Modelo A, mientras que el 33.33% lo fue en el Modelo B. Estos hallazgos apuntan en la dirección de lo encontrado en el Estudio 1 respecto de las concepciones que tienen los sujetos acerca del proceso digestivo (Gráfica 1). Asimismo, muestran

que los Grupos I y II atienden en mayor proporción al Modelo A, mientras que el GIII se ubica en el Modelo B; es decir, el conocimiento de los sujetos se va incrementando y detallando conforme aumenta la edad. Por otra parte, los resultados señalan que las nociones de los niños acerca del funcionamiento corporal, se organizan, por lo menos desde los 6 años, en torno a un modelo explicativo biológico del funcionamiento corporal. Con todo, dicho modelo es parcial (Flores y Gallegos, 1998), incompleto. Por un lado, el conocimiento acerca del proceso digestivo se circunscribe a un área específica: el estómago. Por tanto, en este órgano, el proceso comienza y termina. La "digestión", por su parte, es concebida como transformación física (moler la comida, mezclarla, etc.) y, el mecanismo de absorción, es obviado. Unido a lo anterior, está la idea de que los nutrientes de los alimentos no alcanzan un área mayor del organismo. Pero aún cuando éstos logren alcanzar otros órganos, su alcance se ve limitado a unos cuantos de ellos. Por el otro lado, el conocimiento de las transformaciones químicas que ocurren en el organismo está completamente ausente.

Otros de los hallazgos parecen apuntar en la dirección de que, posiblemente, la dicotomía nutritivo *versus* chatarra, utilizada para tipificar los alimentos, mantiene una fuerte incidencia en las concepciones acerca del proceso digestivo. Dado que el 100% de los sujetos realiza dicha tipificación, es posible pensar que ese conocimiento es muy anterior a los 6 años de edad, y su fuente no parece ser la experiencia directa del sujeto, sino la transmisión cultural. Como lo señalan Birch *et al.*, (1999): "Durante los primeros cinco años de su vida, los niños son continuamente provistos de una educación nutricional ya sea formal o informal... incluyendo la procedencia del alimento (...), las consecuencias de comer una comida particular (...), si son 'buenas' o 'malas' para nosotros y qué constituye una regla de cocina aceptable o inaceptable..." (p. 162). Asimismo, como lo mencionan estas autoras, parece que muy tempranamente los niños aprenden las contingencias sobre lo que deben comer para obtener una recompensa: "Si te comes las zanahorias, entonces tendrás postre", lo cual parece dar pie a que se establezca una diferencia entre comida nutritiva y golosinas y sus posibles consecuencias para el organismo, guiado por un imperativo social que dicta lo que debe o no comerse. En este sentido, el conocimiento que tienen los sujetos de

los alimentos, no está basado en un conocimiento de sus componentes químicos, sino que está centrado en la diferenciación, promovida socialmente, "nutritivo" versus "chatarra".

Unido a este conocimiento, se encuentra el referido al interior del cuerpo. A los 6 años, los niños ya saben que existe "algo" en el interior: huesos, sangre, órganos, etc., sin embargo, no saben de la existencia de sustancias químicas (enzimas, bilis, jugo pancreático). Por tanto, son impensables las modificaciones químicas que el organismo promueve sobre los alimentos ingeridos. No obstante, también podría considerarse que dado que el proceso digestivo es explicado de manera conjunta con la tipificación nutritivo-chatarra, ésta última quizá funcione como un "concepto constrictor" (véase Flores y Gallegos, 1998) y, por tanto, sobre esa base se organice, a su vez, el conocimiento sobre el funcionamiento digestivo. A saber, aún cuando el modelo B tiene una mayor presencia en el Grupo III, dichos sujetos no dejan de seguir considerando la dicotomía nutritivo/chatarra en sus explicaciones sobre el funcionamiento digestivo. Lo cual parece indicar que, para estos sujetos, el aumento en el conocimiento sobre el funcionamiento corporal, continúa siendo adherido al "concepto constrictor". Esta idea podría ser corroborada con sujetos de mayor edad y de otro nivel educativo en el cual, tal vez, el conocimiento sobre la estructura y funcionamiento celular permita reorganizar la tipificación que se hace de los alimentos, dado que el conocimiento celular haría necesaria la incorporación de las transformaciones químicas que ocurren en el organismo

Por último, pudiera ser productivo, teóricamente, cualificar las concepciones de los niños sobre el proceso digestivo como "ideas previas", a saber, como construcciones personales "... elaboradas por cada sujeto con la finalidad de explicarse situaciones fenomenológicas comunes o bien, que aunque no sean comunes, al ser planteadas al sujeto éste utiliza esas ideas previas para dar solución al cuestionamiento propuesto" (Flores, 2000, p. 28). Lo cual permitiría pensar las concepciones de los niños acerca del proceso digestivo como entidades conceptuales relativa o parcialmente conexas, lo cual, a su vez, explicaría porque

la red conceptual utilizada por los sujetos para dar cuenta del funcionamiento corporal es coherente pero, a la vez, incompleta.

3.6.4 Conclusiones de los Estudios 1 y 2.

Los Estudios 1 y 2 exploraron las ideas de los niños acerca del proceso digestivo y sus concepciones acerca de los alimentos. Nuestro punto de partida fue considerar que los niños, por lo menos desde los 6 años de edad, se basan en “modelos fisiológicos” elementales para explicar el proceso digestivo, y no únicamente en relaciones de entrada-salida. Asimismo, supusimos que dichos modelos abarcarían, con exclusividad, fenómenos biológicos, por lo cual, las funciones corporales serían comprendidas por los niños en este dominio y no en el dominio psicológico.

Los resultados obtenidos (Estudio 1), muestran que el conocimiento factual acerca de las funciones orgánicas se incrementa de los 6 a los 9 años de edad. De la misma manera, entre estas edades, el conocimiento sobre la localización y conexión entre órganos se va haciendo más preciso y detallado. Ambos cambios en el conocimiento conllevan una nueva forma de concebir y explicar el proceso digestivo (el cambio entre GI y GII); sin embargo, los resultados también indican que una vez establecida esta nueva forma, continua detallándose y ampliándose, pero permanece estable entre los 9 y los 12 años de edad. En este sentido, dichos cambios quizá representan más la estructura de un enriquecimiento que la de un cambio conceptual fuerte o radical (Carey, 1985; 1991; 2000). El conocimiento factual sobre las funciones orgánicas que despliegan los sujetos, muestra que es en los órganos (y, parcialmente en los sistemas o aparatos) en donde los niños fundamentan su comprensión del funcionamiento corporal. Ello es válido tanto para los sujetos que eligen la función de contenedor (en su mayoría los sujetos de 6 años) como para aquellos que eligen la función canónica (generalmente, de los 9 a los 12 años). Asimismo, puede observarse que con ese fundamento, los niños comienzan a considerar transformaciones de naturaleza física (específicamente cuando explican el proceso digestivo), mientras que, por otra parte, todos los sujetos de la muestra (en ambos estudios), omiten el nivel celular en sus

explicaciones. Sí hipotéticamente, se diera el caso de que las explicaciones se organizaran a partir de este fundamento, lo consideraríamos un cambio radical, a saber, un cambio de teoría.

Por otra parte, este conjunto de resultados no parece apoyar los planteamientos de Jaakkola y Slaughter (2002), en el sentido de que sostener una "Teoría de la vida" es el primer paso en la comprensión de los niños sobre el cuerpo humano en términos genuinamente biológicos, es decir, una máquina que funciona para el mantenimiento de la vida. La designación de una función global (específicamente, "vivir") fue atribuida únicamente al corazón (41.66%) pero, en ningún momento, a estómago o pulmones (Estudio 1). Asimismo, en el Estudio 2, la Tabla 6 muestra que "vivir" es el puntaje más bajo de respuesta cuando tiene que justificarse para qué sirve el alimento. Ambos resultados implican que para los sujetos de los Estudios 1 y 2 (sobre todo para los de 6 años) existen órganos específicos que llevan a cabo actividades específicas, pero no son integrados para conformar conjuntos más amplios (aparatos y/o sistemas) y, cuando se hace, se realiza de manera parcial. Por tanto, en nuestra opinión, es difícil asegurar que para los niños (por lo menos para los participantes de nuestros estudios) el cuerpo humano sea una "máquina biológica" que funciona para el mantenimiento de la vida.

En cuanto a la afirmación de que los niños comprenden los fenómenos biológicos a partir de la causalidad vitalista (Inagaki y Hatano, 1999), dado que suponen que por lo menos dos funciones son apoyadas por el "poder vital" ingerido mediante los alimentos (mantener el vigor y crecer), en el Estudio 2 se obtuvieron resultados que requieren de un análisis cuidadoso. Si bien la Tabla 6 (Estudio 2) muestra que el alimento, entre otras, apoya las funciones "vivir" y otorgar "fuerza/energía", estas funciones se le atribuyen con el 50% y 38.89% respectivamente, al anciano y con el 0% y 5.55% al bebé. Mientras que "crecer" se aplica con exclusividad al bebé (100%) más no al anciano (0%). Esta asimetría puede indicar que si bien "vivir", "fuerza/energía" y "crecer" son funciones apoyadas por el "poder vital" ingerido mediante los alimentos, están delimitadas por la condición del organismo. A saber, el alimento apoya la función "crecer" (la

razón de ello pensamos indagarla próximamente) únicamente en la etapa bebé pero no en la vejez. Si tal es el caso, podríamos estar de acuerdo con la suposición de Inagaki y Hatano (1999, 2002) de que "crecer" es el resultado de un "superávit" del alimento. No obstante, queda un problema por resolver. Los resultados mostrados en la Tabla 4 (Estudio 2) señalan que no existen diferencias significativas (la única diferencia se da en el estímulo "pescado") entre los alimentos que "debe" comer un anciano y un bebé. Por tanto, cabe preguntar, si los alimentos que se consumen son los mismos en cada uno de los casos, ¿por qué apoyan funciones diferentes? En otras palabras, si el "poder vital" de los alimentos es el mismo, ¿por qué apoya algunas funciones de acuerdo con la edad del organismo? Lo más obvio parece ser que el estado del organismo (infancia o vejez) "determina" las funciones que cumple el "poder vital" ingerido mediante los alimentos. Pero, en un caso u otro, esas funciones son promovidas por el "poder vital" adherido en los alimentos. Con todo, resta revisar por qué en algunos casos el organismo es una entidad "activa" que promueve la transformación de los alimentos en energía:

(Josué, 9:03, GII, 9) **El estómago sirve para mezclar líquidos con la comida y sean más fáciles de digerir. Los alimentos se digieren cuando el cuerpo los quema, algunos se vuelven energía y otros los desecha.**

Mientras que en otros, no se implica ninguna transformación, dado que comida nutritiva es igual que energía:

(Daniela, 12:06, GIII, 10) "¿De qué manera crees tu que le sirve a tu cuerpo la comida que comes?" **Yo digo que [la comida] nos daría energía. Este, nutriéndonos, este... con fuerzas, energía, manteniéndonos sanos y fuertes.** "Pero ¿cómo es que nos da energía la comida?" **Porque la comida es nutritiva, por ejemplo, la fruta.**

En cuanto a las concepciones de los sujetos acerca de los alimentos, los resultados del Estudio 2 muestran que éstas no cambian a lo largo de los grupos de edad muestreados en ninguno de los dos estudios. Aunque en algunos momentos la dicotomía nutritivo-chatarra parece incidir en la forma en la cual los sujetos conciben la organización anatómica, en general, para todos ellos, la

suposición de que el tipo de alimento tiene efectos en el organismo de manera diferente, es una constante. Una posible explicación de lo anterior, tal vez esté dada en que la distinción alimentos “buenos o malos” *para comer*, se proyecta en “buenos o malos” *para el organismo* (vivir, mantener la salud, crecer, etc.). Entonces, quizá estas ideas estén basadas en “patrones de alimentación” depositados culturalmente (Birch *et al.*, 1999) y ser las mismas para todos los sujetos de una cultura determinada. En este sentido, es posible que no sufran cambios a través de la edad. Es decir, dicho conocimiento puede permanecer sin alteraciones debido, principalmente, a que la variedad de alimentos que los miembros de una cultura consumen es casi siempre la misma, y es la que se introduce en las nuevas generaciones. Por consiguiente, si los alimentos son tipificados como “buenos o malos” para comer (concepto social) y tal tipificación sólo se proyecta en “buenos o malos” para el organismo (concepto biológico) no habría un cambio en los conceptos utilizados. Sin embargo, si los sujetos logran en algún momento del desarrollo diferenciar entre un concepto social y uno biológico, ello implicaría un cierto avance en el conocimiento de las funciones corporales. Por tanto, tal vez una comprensión de los alimentos y de su papel en el organismo dependa, inicialmente, de una diferenciación entre ambos conceptos (Carey, 2000) y, posteriormente, en la adquisición de un nuevo conocimiento factual: los componentes químicos de los alimentos. Si esto es así, creemos, pudiera posibilitarse la comprensión de las funciones corporales en el nivel bioquímico. La comprobación empírica de tal aserción, es la meta, entre otras, del siguiente estudio.

3.7 ESTUDIO 3

3.7.1 Método

Participantes

Un total de 47 participantes de ambos sexos (22 mujeres y 25 hombres) y de cuatro diferentes grupos de edad tomaron parte en este estudio: Grupo I, 12 de 6-7 años (rango 6;08 a 7;05; M = 7;00); Grupo II, 12 de 8-9 años (rango 8;08 a 9;04; M = 9;01); GIII, 12 de 11-12 años (rango 11;07 a 12;05; M = 12;01) y GIV, 11 de 16-18 años (rango 16;07 a 18;10; M = 17;06). Los niños y las niñas de los Grupos I a III fueron reclutados de una escuela de educación primaria (SEP) del noreste de la Ciudad de México. Estos sujetos cursaban el primero, tercero y sexto grados de primaria. Mientras que los participantes del Grupo IV, fueron reclutados del CCH-Sur (Bachillerato perteneciente a la UNAM), en donde cursaban el quinto semestre. Todos participantes pertenecían a un nivel socioeconómico medio. Ninguno de ellos participó en los dos Estudios anteriores.

Materiales

Se aplicó un cuestionario (véase Anexo 3) constituido por 5 secciones (A, B, C, D y E). La sección A empieza con la pregunta "¿Sabes que es lo que hay dentro de nuestro cuerpo?". Posteriormente, se les proporcionaban a los participantes 2 siluetas (tamaño oficio) anatómicas del cuerpo humano con visión anterior y posterior (Anexo 4) y, al hacerlo, se les daba la consigna: ¿Podrías dibujar en estas siluetas, todo lo que tú crees que hay en el interior de nuestro cuerpo? La sección B está constituida por 10 preguntas que indagan las concepciones que tienen los sujetos acerca de los alimentos. Aquí se utilizaron 8 fotografías (Anexo 5) de alimentos (4 nutritivos y 4 chatarra. Estos estímulos, como ya fue mencionado con anterioridad, fueron tipificados, entre 21 fotografías de alimentos como nutritivos y chatarra por encima del 80%). La sección C, constituida por 17 preguntas atiende, principalmente, a la indagación de los trayectos que sigue el alimento en el tracto digestivo así como a las transformaciones que éste sufre en

dichos trayectos. Adicionalmente, en esta misma sección, se utilizaron 5 fotografías (véase Anexo 6) mediante las cuales los sujetos podían elegir los cambios que sufrían los alimentos. La sección D organizada en torno de 6 preguntas, indagan la temporalidad del proceso digestivo y el destino final de los alimentos. Mientras que en la sección E se les proporcionaron una vez más las siluetas para que dibujaran todos aquellos lugares que había recorrido el alimento. Finalmente, se les hicieron dos preguntas (idénticas a las realizadas por Jaakkola y Slaughter, 2002): (1) ¿Para qué sirve el estómago? (2) ¿Qué pasaría si no tuviéramos estómago?

Dicho cuestionario fue piloteado previamente con 12 sujetos de educación primaria (de primero, segundo y sexto grados). La escuela en donde éste se llevó a cabo pertenecía a la misma zona escolar que aquella en la que se aplicó el cuestionario definitivo. El objetivo del piloteo fue realizar modificaciones en las preguntas necesarias para su comprensión, ajustes en el fraseo, así como medir la duración de la aplicación. Asimismo, es importante resaltar que este cuestionario fue construido a partir de los resultados encontrados en el Estudio 2.

Procedimiento

Los participantes fueron seleccionados al azar de cada uno de los dos grupos existentes en la escuela primaria por cada grado escolar. Fueron seleccionados mediante el número de lista y con una hoja de números aleatorios. Tratando de guardar la proporción de niños y niñas participantes. En el caso de los estudiantes de bachillerato, no fue posible establecer la selección dado que era el único grupo con el cual pudimos contar.

Una vez seleccionado el niño o la niña, se le conducía a un salón facilitado por la dirección del plantel (primaria), un salón de usos múltiples de 6 x 4 mts. Dicho salón tenía dos mesas de trabajo y cuatro sillas. Ya dentro del salón, se invitaba al niño o niña a sentarse. En ese momento nos presentábamos (los dos experimentadores) y se le preguntaba su nombre y edad (se cotejaron las edades

de los participantes con las maestras de cada uno de ellos, cuando el dato no se tenía, se recurrió a las listas que poseía la dirección del plantel). Posteriormente, se le decía: "Estamos haciendo un trabajo que consiste en preguntarles a niños (niñas) como tú lo que piensan acerca de lo que ocurre dentro de nuestro cuerpo. Esto no es un examen. Sólo nos interesa saber qué es lo que tú crees o piensas. Lo que nos digas no se lo vamos a decir a tu maestra(o) ni a la dirección. ¿Estás de acuerdo? (Sólo uno de los participantes de primer grado no accedió a la entrevista, por lo cual fue reemplazado por otro sujeto del mismo grado y género.)

Después de lograda la relación entre el niño o la niña y los investigadores, se comenzaba con la aplicación del cuestionario. Cada una de las preguntas se leyó de la misma manera (tono y ritmo) para todos los participantes (incluso para aquellos que cursaban el bachillerato), en el momento en el cual ellos pedían alguna aclaración se les volvía a leer la pregunta de manera más pausada. Uno de los investigadores escribía en un cuestionario cada una de las respuestas de los sujetos.

Con el fin de explorar las posibles relaciones entre la tipificación de los alimentos y el proceso digestivo concomitante, el cuestionario fue presentado en dos versiones. En la versión **a**, el estímulo "manzana" era el alimento mientras que en la versión **b** el estímulo fue "papa-sabritas". Las secciones A y B son idénticas para ambas versiones, el cambio sobreviene a partir de la sección C. Por ello, a la mitad de los sujetos se les aplicó primero la versión **a** y luego la **b** y, a la otra mitad la secuencia inversa.

La aplicación completa (ambas versiones) tuvo una duración entre 35 y 45 minutos. Todas las entrevistas fueron video-grabadas.

Codificación

Todas las respuestas de los sujetos recabadas por el cuestionario fueron convertidas a puntajes (principalmente de nivel ordinal) con el objetivo de ser tratados estadísticamente. Asimismo, en cada una de las secciones del apartado

de resultados, se presentaran los niveles y los criterios utilizados para calificar las respuestas.

Fiabilidad

Con el objetivo de evaluar la fiabilidad, un segundo codificador calificó de manera independiente cada una de las respuestas. Para todos los casos, la fiabilidad entre los dos codificadores se sostuvo entre 96% y 98%.

3.7.2 Resultados

Los resultados serán presentados en el siguiente orden. Primero analizaremos los datos referentes a la sección **B**, es decir, las concepciones de los sujetos acerca de los alimentos (apartado 3.7.3), posteriormente, los datos extraídos de la sección **A** relativos a la localización y función de los órganos (apartado 3.7.4). Finalmente, se presentaran los datos de la sección **C** acerca del trayecto y transformación de los alimentos (apartado 3.7.6) en sus versiones **a** y **b**. (De la sección **D** sólo presentaremos los datos referidos a la pregunta 28.)

3.7.3 Clasificación y propiedades de los alimentos.

3.7.3.1 Cuáles son los alimentos nutritivos y cuáles los alimentos chatarra.

En las preguntas 1.1 y 3.1 de la sección B (en adelante, serán designadas todas las preguntas por su sección y número. En este caso, los códigos serían B1.1 y B3.1) se pidió **nominar** 3 alimentos que fueran considerados como “nutritivos” y “chatarra” respectivamente. Las respuestas a la pregunta 1.1 (alimentos nutritivos) fueron aglutinadas en torno a 3 grupos: **Grupo 1**, cereales y tubérculos; **Grupo 2**, frutas y verduras y, **Grupo 3**, leguminosas y alimentos de origen animal. Dado que se pedía nominar 3 alimentos, el número de alimentos reportados por la muestra total debería ser de 141 (100%). En este sentido, cuando un sujeto reportó (por ejemplo, el sujeto 1), plátano, manzana y pera, se consideró que había mencionado tres “frutas”. De todos los alimentos referidos,

sólo en dos ocasiones el mismo alimento fue reportado como nutritivo por uno de los sujetos y como chatarra por otro (pan y tacos). Así, se obtuvieron los siguientes resultados (el 2.83% faltante corresponde a 4 sujetos de la muestra total que reportaron como alimento nutritivo “agua”):

Tabla 1: Porcentaje de alimentos considerados nutritivos por grupo alimenticio.

Alimentos	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3		Total
	Cereales	Tubérculos	Frutas	Verduras	Leguminosas	Origen Animal	
<i>f</i>	18	00	41	35	02	41	137
%	12.76%	00%	29.07%	24.82%	1.41%	29.07%	97.13%

La Tabla 1 permite observar que, respecto de los alimentos que los sujetos consideran y nominan como “nutritivos”, no existen diferencias entre los 4 grupos de edad. Es decir, 41 sujetos (87.23%) nominaron una fruta (plátano, naranja, manzana) o un alimento de origen animal (pescado, leche, huevo) como ejemplos de alimentos nutritivos; mientras que 35 de ellos (74.46%) lo hizo mencionando alguna verdura (zanahoria, jitomate, espinaca) y 18 (38.29%) cereales (arroz, trigo). En este sentido, por lo menos para la muestra estudiada, los alimentos considerados nutritivos caen dentro de tres conjuntos verduras, frutas y carne.

En el caso de los alimentos considerados chatarra, la tendencia de los datos es bastante similar. Los sujetos refirieron como ejemplos, una serie de alimentos que fueron clasificados de la siguiente manera:

Tabla 2: Porcentaje de alimentos considerados chatarra.

	Comida rápida	Frituras	Golosinas	Refrescos	Cacahuates	Palomitas	Total
<i>f</i>	32	42	44	17	4	2	141
%	22.69%	29.78%	31.20%	12.95%	2.83%	1.41%	100%

Al igual que en la Tabla anterior, en ésta tampoco muestra diferencias entre los distintos grupos de edad. *Golosinas* es la mayor referencia hecha por los sujetos de la muestra total (93.61%). Bajo esta sub-categoría se clasificaron dulces, chocolates, helados, paletas, chicles, etcétera. La segunda de mayor incidencia (89.36%) lo fue *Frituras* (sabitones, papas sabritas, doritos) mientras que *Comida rápida*, en la cual se incluyeron pizza, hamburguesas, papas a la francesa,

obtuvo el 68.08%. (En la pregunta B4, el 97.9% de los sujetos consideró, ante una pregunta directa, que los alimentos "chatarra" **no** son nutritivos. Sólo uno de los sujetos (2.1%), respondió afirmativamente.)

Con el fin de corroborar lo anterior, en la pregunta B6 se les mostraron 8 fotografías de alimentos con la consigna de que separaran aquellos que creyeran son nutritivos o son chatarra. Dado que habíamos piloteado la asignación de cada uno de estos alimentos a cada una de las categorías, se consideró como correcta la elección de al menos 3 elementos en cada categoría. Así, el 100% de los sujetos consideró arroz, manzana, pescado y verduras como alimentos nutritivos y, como alimentos chatarra, malvaviscos, gansito, papas sabritas y pelón-pelo-rico. Únicamente dos sujetos incluyeron "gansito" dentro de los alimentos nutritivos y ello porque fue considerado como pan.

Este conjunto de datos muestra que los sujetos nombran y clasifican los alimentos, por lo menos desde los 6 años de edad, en nutritivos y chatarra.

3.7.3.2 Por qué un alimento es nutritivo y por qué otro es chatarra.

Si bien los datos anteriores señalan que los sujetos son capaces de dar ejemplos y clasificar alimentos en cuanto a la propiedad "nutritivo" o "chatarra", es necesario explorar cuáles son los argumentos o justificaciones que dan para considerarlos de un modo u otro. Con el fin de explorar esta cuestión, se consideraron 6 niveles de respuesta para calificar las respuestas de los sujetos (véase Tabla 3). Dichos niveles pretenden separar justificaciones conductuales o bien sociales (niveles 0-3) de aquellas que implican relaciones directas con el organismo (biológicas) como el nivel 4 o, en un nivel mayor, justificaciones que apuntan a los componentes de los alimentos y a sus efectos en el organismo (nivel 5). Por otra parte, era también de interés, como se dijo en el Estudio 2, atender el planteamiento de Birch *et al.* (1999) y considerar la posible proyección de la concepción "bueno para comer" (que implica una justificación social) en "bueno para el organismo" (una justificación biológica).

Las explicaciones de los sujetos fueron calificadas de acuerdo con 6 niveles de respuesta siguiendo el criterio aplicado por Jaakkola y Slaughter (2002) a la función de órgano (criterio que, por otra parte, también aplicaremos cuando califiquemos las funciones de los órganos)⁵. Es decir, cuando un sujeto respondía: "Para que cuando corran no se cansen rápido. Nos ayuda a mantener la salud, es para no enfermarnos", entonces, siempre (al igual que en las codificaciones que presentaremos posteriormente) se calificó con base en la de mayor nivel. Esto es, de acuerdo con la primera parte de la oración (benefician la actividad) el sujeto caería en el nivel 2, mientras que la segunda parte de la oración (bueno para el organismo) permite ubicarlo en el nivel 4. Asimismo, cualquier otra respuesta que no encajara dentro de los Niveles 1 a 5 fue considerada en el nivel 0, tanto aquella que explícitamente fuera "no sé" como cualquier otra. La Tabla 3 muestra los seis niveles así como las respuestas correspondientes a cada uno de ellos, sea para alimentos nutritivos o alimentos chatarra.

⁵ En el nivel 2 se consideran todas aquellas respuestas que implican una actividad realizada por el sujeto, sea física o intelectual. Si bien es una conexión entre el alimento y el cuerpo, ello no apunta hacia el organismo de manera directa ni explícita como lo hacen las respuestas del nivel 4, más bien se resalta el "acto" llevado a cabo por el agente. Por otra parte, en el nivel 3 se pone el acento en el hecho de que "eso" es lo que "debe" comer, porque inherente o esencialmente es bueno y, aunque esto tal vez implique efectos sobre el organismo, lo que se explicita es la propiedad en sí del alimento (ser bueno). Por último, en el nivel 5, se atiende a los componentes del alimento (proteínas o vitaminas, por ejemplo), por esa misma razón, un alimento es nutritivo, es decir, es bueno por sus componentes no porque simplemente sea bueno para comer. Adicionalmente, implica al organismo de una manera más específica. A saber, los componentes son una especie de "mediadores" entre el alimento y el organismo.

Tabla 3: Niveles de respuesta para alimentos nutritivos y chatarra.

Tipificación de los alimentos				
	Nutritivo		Chatarra	
<i>Niveles</i>	<i>Nominación</i>	<i>Ejemplo</i>	<i>Nominación</i>	<i>Ejemplo</i>
0	No sé; Otras	No sé; Está desinfectado.	No sé; Otras	No sé; No me animo a probarlo.
1	Tautología	Que es nutritivo.	Tautología	Que son chatarra, son malos.
2	Benefician la actividad	Hacer la letra bonita; jugar más; pensar mejor.	Afectan la actividad	No nos sirven para jugar o estudiar.
3	Bueno para comer	Para alimentarse bien; es la comida que alimenta, que nutre; Son buenos para comer.	Malo para comer	Son cosas que no sirven para comer, no tienen nada; Son puro dulce, pura golosina.
4	Bueno para el organismo	Nos da salud, fuerza, energía; nos permite crecer, vivir; es buena para nuestro cuerpo, ayuda a la vista, al cerebro.	Malo para el organismo	Te enferman; No nos dan fuerzas ni energía; subes de peso.
5	Bueno por su composición	Tiene calcio, vitaminas, proteínas; tiene los nutrientes que el cuerpo necesita.	Malo por su composición	No tienen nutrientes; no tienen vitaminas, proteínas o minerales.

Ahora bien, con base en estos niveles (fiabilidad = 97%), se calificaron las respuestas dadas por los sujetos a las preguntas B1, B2 y B7 (nutritivo) y B3, B4 y B8 (chatarra). Asignadas las distintas respuestas a los niveles pertinentes, se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis (comparación no-paramétrica) para averiguar si los distintos grupos diferían en cuanto a sus concepciones sobre los alimentos.

La Tabla 4 muestra la proporción de respuestas dadas por los sujetos a la pregunta B1 en cada uno de los 6 niveles.

Tabla 4: Tipificación del alimento nutritivo. Número y porcentaje de sujetos en cada grupo de edad por cada uno de los seis niveles. Pregunta B1.

Niveles	<i>Nivel 0</i>	<i>Nivel 1</i>	<i>Nivel 2</i>	<i>Nivel 3</i>	<i>Nivel 4</i>	<i>Nivel 5</i>	Total
<i>Edades</i>							
GI (N = 12)	1 (8.3%)	1 (8.3%)	1 (8.3%)	3 (25.0%)	5 (41.7%)	1 (8.3%)	100%
GII (N = 12)			1 (8.3%)		9 (75.0%)	2 (16.7%)	100%
GHII (N = 12)				3 (25.0%)	3 (25.0%)	6 (50.0%)	100%
GIV (N = 11)					4 (36.4%)	7 (63.6%)	100%
Total (N = 47)	1 (2.1%)	1 (2.1%)	2 (4.3%)	6 (12.8%)	21 (44.7%)	16 (34.0%)	100%

La inspección de la Tabla 4 revela que, en general, los sujetos entienden "nutritivo" en su relación con el organismo (44.7%) o bien a partir de sus componentes (34.0%). En contraste, sólo el 21.3% concibe "nutritivo" con base en atributos no-biológico (niveles 0-3). Una diferencia sustancial se da, asimismo, entre los niveles 3 (12.8%) y 4 (44.7%). En este último nivel, es tres veces mayor la proporción de sujetos que consideran la relación nutritivo-organismo que aquella en la cual los sujetos entienden nutritivo como un alimento que simplemente es bueno para comer. Por otra parte, también se observa que son, en mayor proporción, los sujetos de mayor edad (Grupos III y IV) los que definen el alimento por su contenido nutricional. Un análisis de chi-cuadrada confirma que la proporción de respuestas en cada nivel varía entre los grupos de edad (χ^2 (3, N = 47) = 12.607, $p < .006$). Es decir, existen diferencias significativas respecto de los argumentos con los cuales los sujetos de los 4 grupos de edad tipifican los alimentos. En este sentido, es mayor el número de sujetos de los grupos de mayor edad los que se ubican en los niveles de orden superior. Una comparación entre las medias de los rangos de los cuatro grupos muestra que: GI = 14.46; GII = 22.63; GIII = 26.88; GIV = 32.77. Dado que las diferencias observadas entre las cuatro medias de rangos son estadísticamente significativas, se pudiera aceptar que los argumentos utilizados por los sujetos tienden hacia los niveles de mayor orden conforme aumenta la edad.

Por su parte, la Tabla 5 muestra la proporción de respuestas dadas por los sujetos, en cada uno de los 6 niveles para la pregunta B3 (alimento chatarra).

Tabla 5: Tipificación del alimento chatarra. Número y porcentaje de sujetos en cada grupo de edad por cada uno de los seis niveles. Pregunta B3.

Niveles	Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Total
Edades							
GI (N = 12)		3 (25.0%)		3 (25.0%)	6 (50.0%)		100%
GII (N = 12)				1 (8.3%)	11(91.7%)		100%
GIII (N = 12)				1 (8.3%)	9 (75.0%)	2 (16.7%)	100%
GIV (N = 11)	1 (8.3%)				4 (36.4%)	6 (54.5%)	100%
Total (N = 47)	1 (2.1%)	3 (6.4%)		5 (10.6%)	30 (63.8%)	8 (17.0%)	100%

Una vez más, la Tabla 5 muestra que el porcentaje más alto (63.8%) es el otorgado por los sujetos de la muestra total a una categoría que representa una relación entre el alimento y el organismo (nivel 4). Asimismo se observa que, aunque con un porcentaje bajo (17.0%), son los sujetos de mayor edad (GIII y GIV) los únicos que clasifican con base en compuestos nutricionales. Por su parte, ahora la relación entre el nivel 3 y el 4, marca una mayor diferencia en favor de este último. Es decir, la proporción de respuestas en el nivel 3, comparada con los datos anteriores (pregunta B1), se conserva, mientras que aumenta sustancialmente el número de respuestas en el nivel 4. Adicionalmente, son los sujetos de los grupos GIII y GIV los únicos que responden con base en los componentes de los alimentos. Un análisis de chi-cuadrada confirma que la proporción de respuestas en cada nivel varía entre los grupos de edad (χ^2 (3, N = 47) = 14.019, $p < .003$). Como en el caso anterior, existen diferencias significativas entre los distintos grupos de edad respecto de la clasificación de los alimentos. Dichas diferencias se dan entre los GI y GII y entre GII-III y GIV, pero no se observan diferencias sustanciales entre GII y GIII. La comparación entre las medias de los rangos de los cuatro grupos muestra que: GI = 14.75; GII = 23.04; GIII = 26.21; GIV = 32.73.

Por su parte, las siguientes preguntas, B4 (únicamente justificar sí es o no nutritivo el alimento chatarra) y B8 (argumentar por qué es considerado chatarra un estímulo escogido por el sujeto) vuelven a mostrar la tendencia encontrada en la pregunta B3 (véase Tabla 5). En este caso hemos dejado de presentar las respuestas dadas en los niveles 0 a 2 puesto que en ambos casos, B4 y B8, los puntajes sumados de los niveles 0 a 2 representan sólo el 6.3%.

Como puede apreciarse en la Tabla 6, en ambos casos, el grueso de las respuestas se concentra en los niveles 4 y 5. No obstante, es notoria la inversión que se presentan entre los niveles 4 y 5. Es decir, el 53.2% alcanzado por el nivel 4 en la pregunta B4, declina hacia el 36.2% en B8, pero aumenta el porcentaje de 31.9% en B4, a 46.8% en B8. Asimismo, lo notorio del caso es que ante un estímulo concreto, sujetos de todos los grupos, en una proporción creciente de GI a GIV, tiendan a referirse a los componentes.

Tabla 6: Número y porcentaje de sujetos en cada grupo de edad por los niveles 3, 4 y 5. Preguntas B4(arg.) y B8. **Alimento chatarra.**

Niveles	Pregunta B4 (argumento)			Pregunta B8 (estímulo)		
	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
<i>Edades</i>						
GI (N = 12)	1 (8.3%)	7 (58.3%)	3 (25.0%)	3 (25.0%)	7 (58.3%)	2 (16.7%)
GII (N = 12)		10(83.3%)		2 (16.7%)	3 (25.0%)	5 (41.7%)
GIII (N = 12)	2 (16.7%)	7 (58.3%)	3 (25.0%)		5 (41.7%)	6 (50.0%)
GIV (N = 11)	1 (9.1%)	1 (8.3%)	9 (81.8%)		2 (18.2%)	9 (81.8%)
Total (N = 47)	4 (8.5%)	25 (53.2%)	15 (31.9%)	5 (10.6%)	17 (36.2%)	22 (46.8%)

En ambas preguntas, las diferencias entre los grupos fueron significativas. Un análisis de chi-cuadrada confirma que la proporción de respuestas en cada nivel varía entre los grupos de edad. Para **B4**, tenemos (χ^2 (3, N = 47) = 12.990, $p < .005$). Sin embargo, se encontró que GI > GII y que GI = GIII (Rangos: GI = 22.33; GII = 16.96; GIII = 22.58; GIV = 35.05), mientras que para **B8** (χ^2 (3, N = 47) = 9.614, $p < .022$), existe una tendencia creciente de GI a GIV. La comparación entre las medias de los rangos de los cuatro grupos muestra que: GI = 17.50; GII = 20.83; GIII = 25.46; GIV = 32.95.

A diferencia de las preguntas relativas a los alimentos chatarra (B3, B4arg. y B8), en los alimentos nutritivos (B1, B2 y B7), únicamente en B1, como ya lo vimos, se encontraron diferencias significativas entre los grupos. Sin embargo, si bien no se encuentran esas diferencias, las respuestas dadas en B2 y B7 (esta última tuvo la misma condición que B8, es decir, se presentó uno de los estímulos seleccionado por el sujeto) siguen una tendencia similar a la mostrada en la Tabla 6 para los alimentos chatarra (véase Tabla 7).

Tabla 7: Número y porcentaje de sujetos en cada grupo de edad por los niveles 3, 4 y 5. Preguntas B2 y B7. **Alimento nutritivo.**

Niveles	Pregunta B2			Pregunta B7 (estímulo)		
	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
<i>Edades</i>						
GI (N = 12)	1 (8.3%)	7 (58.3%)	2 (16.7%)	3 (25.0%)	5 (41.7%)	3 (25.0%)
GII (N = 12)		9 (75.0%)	1 (8.3%)	2 (16.7%)	6 (50.0%)	2 (16.7%)
GIII (N = 12)	1 (8.3%)	10 (83.3%)		2 (16.7%)	2 (16.7%)	8 (66.7%)
GIV (N = 11)		7 (63.6%)	2 (18.2%)	2 (18.2%)		8 (72.2%)
Total (N = 47)	2 (4.3%)	33 (70.2%)	5 (10.6%)	9 (19.1%)	13 (27.7%)	21 (44.7%)

Los datos encontrados en las preguntas B7 y B8 quizá señalen que los sujetos le otorgan un sentido diferenciado a la pregunta realizada, es decir, resaltan los componentes de los alimentos cuando la pregunta parece indicar de manera directa una propiedad del alimento: "¿Por qué crees que x es nutritivo (o chatarra)?" En tal caso, véase como para B7 y B8 más del 40% de los sujetos de la muestra total dan respuestas acordes al nivel 5. Mientras que si la pregunta es: ¿Para qué le sirve a la gente comer alimentos nutritivos?, como es el caso en B2, entonces, los sujetos (70.2% de la muestra total) resaltan los efectos del alimento sobre el organismo (nivel 4).

Por último, dado que en algunas de las entrevistas realizadas en los Estudios 1 y 2 se encontró que los sujetos mencionaban que la gente comía alimentos chatarra, la pregunta B5 inquirió sobre tal cuestión: "¿Por qué crees que la gente come alimentos chatarra". Ante esta pregunta, 23 sujetos (48.9% de la muestra total) respondieron que los comen pero que no les sirven para nada; otros 13 (27.7%) respondieron que porque les gustaba el sabor o sabían ricos (curiosamente los únicos que mencionaron esto, fueron los sujetos de los grupos III y IV, 4 y 7 sujetos respectivamente). Sólo un 17.0% (8 sujetos) refirió que comerlos causaba daños al organismo y, el restante 6.4% dijo no saber el motivo. Ese 48.9% reportado se refiere a una relación entre el alimento y el organismo, es decir, no le sirve al organismo puesto que no le da fuerza o energía, no se refiere a sus componentes.

3.7.4 Localización y Función de los órganos.

3.7.4.1 Localización de los órganos.

En la sección **A** del cuestionario se pidió la elaboración de un dibujo: "¿Podrías dibujar en estas siluetas, todo lo que tu crees que hay al interior de nuestro cuerpo?". Después de que los sujetos terminaron de dibujar todo aquello que pensaban se encontraba al interior del cuerpo, se les preguntó por cada uno de los elementos que aparecían en el dibujo (en una secuencia que iba de la cabeza a

los pies y de izquierda a derecha). Entonces se anotaba sobre la hoja del dibujo el nombre de los elementos que ellos habían dibujado y, posteriormente, se les preguntaba por la función: ¿para qué sirve x? [Véase el apartado siguiente: *Función de órgano.*]

El número total de elementos dibujados por grupo (es decir, sin tomar en cuenta cuantos sujetos de ese grupo dibujaron cada elemento) es el siguiente: GI, 17, entre los que se encuentran tanto hígado y anginas como ombligo y nariz; GII, 27, entre otros, costillas, páncreas, sangre y aparato reproductor; GIII, 28, riñones, útero, vejiga y columna vertebral; GIV, 27, músculos, próstata, tráquea y laringe.

De todos los elementos que los sujetos dibujaron, se determinó examinar sólo aquellos que tuvieran una frecuencia mínima del 25% en la muestra total, es decir, que fueran reportados por lo menos por 12 sujetos. Esto tuvo el objetivo, por un lado, de evitar grandes dispersiones (algunos de los elementos sólo fueron reportados por uno de los sujetos) y, por el otro, facilitar la comparación entre los grupos. Con base en este criterio, solamente se seleccionaron 8 elementos: huesos, cerebro, corazón, pulmones, venas, hígado, estómago y esófago. Posteriormente, se procedió a calificar su localización. Uno de los hechos observado en el proceso de calificación fue que los sujetos que reportaron (por lo menos implicado en los ocho elementos que fueron calificados) esos elementos, poseen el conocimiento de su localización, es decir, los localizan correctamente.

La Tabla 8 presenta la frecuencia de aparición de cada uno de los ocho elementos por grupo de edad y su porcentaje total (en relación con una N = 47).

Tabla 8: Número y porcentaje de sujetos por grupo para localización de órgano.

Localización de órgano						
<i>f</i>	<i>GI</i>	<i>GII</i>	<i>GIII</i>	<i>GIV</i>	<i>f</i> Total	%
Corazón	8	10	9	10	37	78.7
Cerebro	7	9	9	10	35	74.5
Huesos	9	10	10	6	35	74.5
Pulmones	3	7	11	9	30	63.8
Venas	4	9	6	2	21	44.7
Estómago	4	4	3	6	17	36.2
Hígado	3	4	3	5	15	31.9
Esófago	3	3	5	1	12	25.5
Total	41	56	56	49		

Como lo ilustra la Tabla 8, los órganos más reportados por los sujetos son corazón y cerebro con el 78.7% y 74.5% respectivamente. Asimismo, puede constatar que el órgano con menor frecuencia es el esófago (25.5%). Por otra parte, se constata que no existen diferencias (o bien son mínimas en datos brutos) entre los distintos grupos en cuanto al número total de órganos localizados; en general, lo que se observa es una cierta homogeneidad entre los grupos: cuando la frecuencia de un órgano es alta, los puntajes de los cuatro grupos son altos, cuando es baja, descienden.

Un examen estadístico de la localización de órgano entre los grupos, arroja la misma tendencia mostrada en la Tabla 8, es decir, no se aprecian diferencias entre ellos. Un análisis de chi-cuadrada confirma que la proporción de respuestas en cada nivel no varía entre los grupos de edad.

3.7.4.2 Función de los órganos.

Como ya lo mencionamos, con el fin de analizar la función de huesos, cerebro, corazón, pulmones, venas, hígado, estómago y esófago, se retomaron la propuesta y criterios de Slaughter *et al.* (1999) y Jaakkola y Salughter (2002) para codificar las respuestas de los sujetos. Dicha propuesta organiza las producciones de los sujetos de acuerdo con los siguientes niveles (véase Slaughter *et al.*, 1999, p. 84 y, para algunos ejemplos, Jaakkola y Salughter, 2002):

- ✓ Nivel 0: No sé; Tautología (por ejemplo, la sangre es para sangrar).
- ✓ Nivel 1: Función corporal general (por ejemplo, el corazón es para vivir; para la salud).
- ✓ Nivel 2: Función corporal específica "incorrecta" (por ejemplo, el corazón es para caminar; los pulmones son para comer).
- ✓ Nivel 3: Función canónica (el estómago es para digerir el alimento; los pulmones son para respirar).

El análisis de la localización de órgano por parte de los sujetos, mostró que existen elementos que tienen una mayor frecuencia de aparición que otros. Por otra parte, si bien este tipo de conocimiento acerca de la localización es bastante homogéneo entre los cuatro grupos de edad examinados, falta examinar si la correcta localización de los mismos corresponde con el conocimiento canónico de su función (nivel 3). Para llevar a su consecución esta tarea se les hizo a los sujetos la pregunta⁶ utilizada por Jaakkola y Slaughter (2002): "¿Para qué sirve x?".

A manera de ejemplo, un análisis de la forma en la cual los sujetos comprenden la función del corazón muestra lo siguiente (véase Tabla 9). Anteriormente vimos que este órgano es el de mayor frecuencia de aparición (78.7%), 37 sujetos lo reportaron. De esos 37 sujetos, el 48.64% le otorga una función canónica. Mientras que el 27.02% le asigna una función general. Asimismo, son pocos los sujetos (3 = 8.10%) que caen en el nivel 0. Una comparación entre los niveles 1 y 3 muestra una tendencia decreciente en aquél y una tendencia creciente en este último conforme aumenta la edad y, asimismo, que son los sujetos de los grupos III y IV los que en su mayoría ubican su respuesta en ese nivel.

⁶ En el trabajo de piloteo se constató que la pregunta ¿Cuál es la función de x?, conllevaba el problema de no ser suficientemente comprendida. Algunos de los sujetos entendían, ¿Cómo funciona x? y, por ello la respuesta frecuente era "No sé". La pregunta que decidimos utilizar (¿Para qué sirve x?) tenía tintes más coloquiales y fue mejor comprendida en el sentido de es lo que hace x. Véase el análisis acerca de los ítems utilizados y sus problemas en el apartado 3.1.2 de este mismo capítulo.

Tabla 9: Número de sujetos en cada grupo de edad por cada uno de los niveles de función de órgano. **Corazón.**

Niveles	<i>Nivel 0</i>	<i>Nivel 1</i>	<i>Nivel 2</i>	<i>Nivel 3</i>	<i>Total</i>
<i>Edades</i>					
GI	2	4	1	1	8
GII	1	3	3	3	10
GIII	0	2	2	5	9
GIV	0	1	0	9	10
Total	3	10	6	18	37

Por otra parte, un análisis de cada uno de los ocho órganos examinados arroja que únicamente en tres de ellos se encuentran diferencias significativas entre los grupos (corazón, pulmón y venas). No obstante, su tendencia sigue siendo, con algunas variantes, la misma que la encontrada en el órgano corazón. Por su parte, un análisis de chi-cuadrada confirma que la proporción de respuestas dadas por los sujetos, específicamente aquellas referidas al nivel 3 (función canónica), para cada uno de los ocho órganos varía significativamente entre los grupos de edad (χ^2 (3, N = 47) = 8.182, $p < .042$). Una comparación entre las medias de los rangos de los cuatro grupos muestra que: GI = 15.42; GII = 24.17; GIII = 25.92; GIV = 31.09. En cuanto al análisis de las respuestas dadas en el nivel 1 (función general), la prueba de chi-cuadrada no reporta diferencias significativas entre los distintos grupos.

3.7.5 La indagación de los procesos orgánicos. Problemáticas y propuesta.

Por lo menos en la literatura revisada, el grueso de los trabajos ha examinado el conocimiento de los niños y adolescentes referido a las funciones corporales, con pocas pero importantes excepciones, de manera muy general (Nagy, 1953; Gellert, 1962; Crider, 1981; Amann-Gainotti, 1986; Banet y Núñez, 1988, 1989; Núñez y Banet, 1997; Teixeira, 2000; Sungur *et al.*, 2001; Jaakkola y Slaughter, 2002). Si bien la mayor parte de las veces la preguntas utilizadas (¿Por qué comemos? ¿Dónde va el alimento que comemos? ¿Qué pasa con la comida que comemos?) posibilitan respuestas vastas que proveen evidencia acerca de la secuencia de desarrollo de dichas concepciones, éstas no permiten precisar, en detalle, los

procesos examinados. Por tal motivo, uno de los principales objetivos del presente trabajo es examinar *paso a paso* las concepciones acerca del proceso digestivo.

El aparato digestivo⁷ comprende un grupo de órganos diferenciados y, al mismo tiempo, organizados espacial y funcionalmente. Es probable, además, que los sujetos puedan acceder a este tipo de conocimiento (localización) e, incluso, ser un conocimiento bien estructurado. No obstante, como lo vimos en el apartado 4.7.4.1, dicho conocimiento no está apareado con aquel relativo a las funciones de órgano (apartado 4.7.4.2) y, particularmente, quizá tampoco con los procesos llevados a cabo por los aparatos del organismo. Así, el conocimiento "estático" (a falta de un término mejor) de la organización espacial corporal tal vez sea diferente del conocimiento "dinámico" que conlleva el dar cuenta de un proceso. Si tal suposición es correcta, deben, empero, indagarse las concepciones que tienen los sujetos acerca del proceso digestivo. Una manera es volver un objeto-alimento un "reactivo" y "seguirlo" en su trayecto (y transformaciones) por todos aquellos lugares que atraviesa. Indagando, en cada uno de ellos, *qué sucedió y cómo sucedió*.

Siendo lo anterior el objetivo, la sección C (así como la pregunta 28a y 28b de la sección D) del cuestionario intentó examinar (paso a paso) el trayecto y transformación sufrida por el alimento desde su ingesta hasta su salida y/o asimilación (absorción) en cada uno de los lugares mencionados por los sujetos. Por otra parte, preguntas surgidas de los Estudios 1 y 2, hicieron también considerar la existencia tanto de los trayectos como de las transformaciones (quizá) en relación con una diferencia establecida en cuanto al alimento, es decir, si éste era considerado "nutritivo" o "chatarra". En cuanto a esta cuestión, como ya fue mencionado en el procedimiento, a la mitad de la muestra (N = 24) se le aplicó la secuencia **ab**, mientras que el orden inverso (**ba**) fue aplicado a la otra mitad de la muestra (N = 23). Las preguntas y secuenciación de las mismas son idénticas, excepto que en la versión **a**, el estímulo-alimento es "manzana" (catalogado tanto por los sujetos de los dos estudios anteriores como por aquellos

⁷ Un sistema, como el óseo, circulatorio, nervioso, está compuesto de un solo tipo de células o tejidos que llevan a cabo funciones similares en el organismo. En contraparte, un aparato (digestivo, respiratorio, urinario, sexual) comprende un grupo de órganos, estructural y funcionalmente, diferenciados.

del piloteo como “nutritiva”) mientras que en la versión **b**, el estímulo-alimento es “papas sabritas” (chatarra). Por tanto, adicional a la indagación sobre el trayecto del alimento, se encontraba la pregunta acerca de si el estímulo alimento suponía para los sujetos la existencia de trayectos y/o transformaciones diferentes.

Las preguntas 9 y 10 de la sección C (9a-10a y 9b-10b respectivamente) indagaron si los sujetos tipificaban los estímulos manzana y papas sabritas como alimento nutritivo o chatarra (9a y 9b). Posteriormente, se pidió la justificación de tales asertos (10a y 10b).

Las preguntas 15, 18, 21 (pertenecientes a la sección C) y 28 (perteneciente a la sección D) indagaron el trayecto que sigue el alimento a lo largo del tracto digestivo (desde su ingesta hasta su eliminación). Primero presentaremos las respuestas de los sujetos dadas a la versión **a** (manzana) y, posteriormente, en el mismo orden, las respuestas dadas a la versión **b** (papa- sabritas). Al final de ambas presentaciones, haremos una comparación entre ellas. (Seguiremos el mismo procedimiento en la presentación de los resultados sobre la transformación del alimento.)

Las preguntas 18 y 21 (tomando como referente las respuestas dadas en la pregunta 15) indagaron el trayecto del alimento hacia otros lugares y, por tanto, el proceso digestivo. Con el objetivo de tipificar las respuestas de los sujetos, se establecieron 6 modelos que intentan representar dicho proceso (Figura 1).

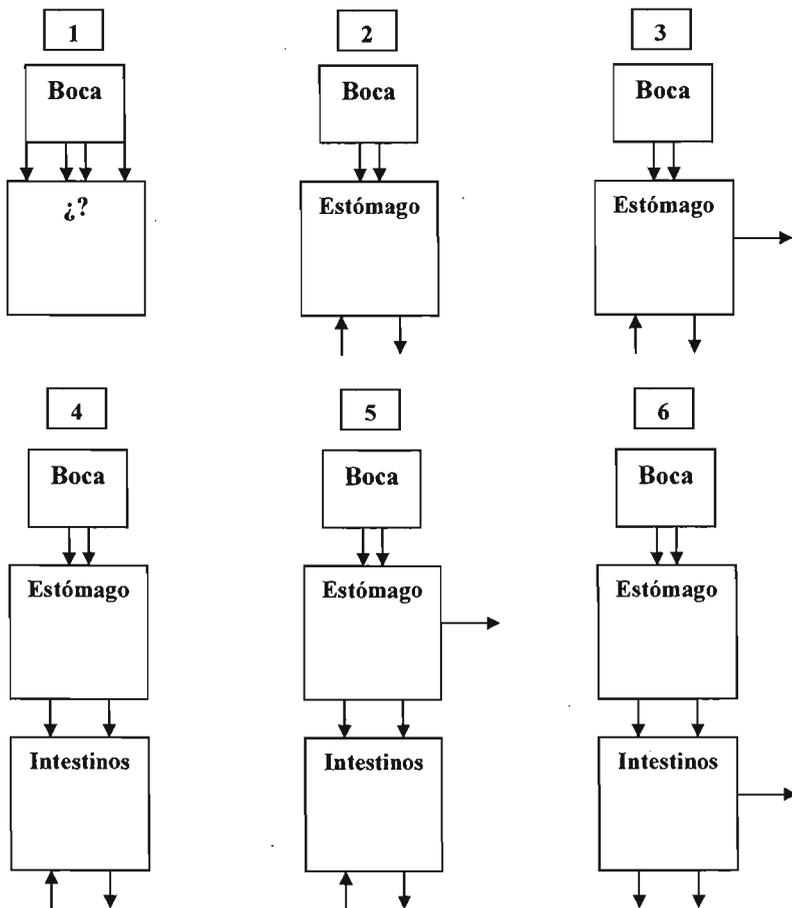


Figura 1: Modelos del proceso digestivo.

El Modelo 1 supone que, después de la boca, el alimento sigue un trayecto hacia cualquier otra parte del cuerpo que no es el estómago. Por ejemplo, el sujeto 10 menciona que de la boca el alimento se va hacia el hígado. El Modelo 2, por su parte, representa que el alimento se queda o bien sale del estómago, pero no llega a cualesquiera otros lugares del cuerpo. En el Modelo 3, el alimento se queda o sale pero, una parte del alimento, o todo, se va, desde el estómago hacia otras partes del cuerpo (absorción de los alimentos en el estómago). Los Modelos 4, 5 y

6 consideran, además del estómago, la existencia de los intestinos en el trayecto del alimento. El Modelo 4 sostiene que el alimento atraviesa tanto el estómago como los intestinos, sin embargo, éste sale o se queda y no hay absorción. Mientras que el Modelo 5, a diferencia del anterior, supone que sí hay absorción, pero ésta se realiza en el estómago. Aunque también supone que el alimento se queda en el organismo o bien sale de él. Finalmente, el Modelo 6, representa una versión canónica del trayecto del alimento. Además de la existencia de estómago e intestinos, supone la absorción en estos últimos y la eliminación del desperdicio.

Por último, la pregunta 28 analizó cuál era el destino final que los sujetos suponían para los alimentos. Para dar cuenta de este hecho, las respuestas se calificaron de acuerdo con las propuestas de Nagy (1953) y Texeira (2000). De esta manera, las respuestas fueron asignadas a una u otra de las siguientes representaciones: (1) toda la comida sale del cuerpo; (2) toda la comida queda en el cuerpo y, (3) una parte de la comida queda en el organismo y la otra sale.

3.7.6 Trayecto y transformación de los alimentos.

3.7.6.1 Tipificación de los alimentos (manzana y papa sabritas).

Los resultados encontrados en la caracterización realizada sobre los alimentos, señalan que manzana (9a) y papas sabritas (9b) fueron designadas, respectivamente, como alimento nutritivo y chatarra por el 100% de los sujetos. Es decir, todos los sujetos de la muestra, ante la presentación de un estímulo específico, consideraron que ambos alimentos correspondían a categorías diferentes.

Ahora bien, las justificaciones de por qué un alimento es asignado a la categoría nutritivo o a la categoría chatarra (preguntas 10a y 10b), volvieron a ser calificadas con base en los niveles descritos anteriormente (véase la Tabla 3, apartado 3.7.3.2) (La fiabilidad entre los dos codificadores fue de 97%.) Una inspección de la Tabla 10, muestra que los distintos grupos de edad se homogenizan en cuanto a la forma en la cual justifican por qué un alimento es

nutritivo o chatarra. De manera muy notoria, el grueso de los sujetos de la muestra eligen los niveles 4 y 5 para justificar sus asertos: 74.5% en la pregunta 10a, y 85.1% en la pregunta 10b.

Tabla 10: Frecuencia y porcentaje de respuestas por nivel. Nutritivo/Chatarra.

Niveles	Pregunta 10a		Pregunta 10b			
	Manzana		Papas sabritas			
		f	%		f	%
0	No sé; Otras			No sé; Otras		
1	Tautología	8	17.0	Tautología	5	10.6
2	Benefician la actividad			Afectan la actividad	1	2.1
3	Bueno para comer	4	8.5	Malo para comer	1	2.1
4	Bueno para el organismo	10	21.3	Malo para el organismo	9	19.1
5	Bueno por su composición	25	53.2	Malo por su composición	31	66.0
Total		47	100.0		47	100.0

Asimismo, se observa que por arriba del 50%, los sujetos de la muestra total caracterizan los alimentos nutritivos o chatarra con base en su composición (53.2% y 66.0%), de manera similar a los resultados mostrados en las Tablas 6 y 7. En los presentes resultados es notorio que los sujetos resaltan el atributo "composición" cuando se trata de un alimento, considerado por ellos, como chatarra. Sin embargo, en este caso, como en los dos anteriores, lo único que podemos decir es que ante un estímulo específico, los sujetos tienden a centrarse en la propiedad "composición"; no obstante, la razón de tal hecho, la ignoramos, aunque no descartamos un efecto de la pregunta (véanse los comentarios a las preguntas B7 y B8).

3.7.6.2 Del plato a la boca, se cae la sopa. O bien, se va al estómago.

La pregunta 15 indagó el trayecto boca-estómago. Cuando se le preguntó a los sujetos acerca del lugar al cual llegaba la manzana/papa sabritas, se calificó como respuesta correcta aquella que mencionara el estómago (o a la panza), en caso de llegar a cualesquiera otros lugares, fue calificada como respuesta incorrecta. Los resultados obtenidos muestran que en la pregunta **15a** (trayecto de la manzana), el 97.8% de los sujetos respondió de manera correcta.

3.7.6.3 El trayecto del alimento por el tracto digestivo (manzana).

En cuanto a las preguntas **18a y 21a**, la Tabla 11 muestra la distribución de los sujetos en cada grupo de edad por cada uno de los modelos que representan el trayecto del alimento. (A fin de evaluar la fiabilidad, un segundo codificador calificó, de manera independiente, cada una de las respuestas. La fiabilidad entre los dos codificadores fue de 97%.)

Tabla 11: Número y porcentaje de sujetos por grupo y por modelo (trayecto de la manzana). Preguntas 18a y 21a.

	Modelos						Total
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6	
Edades							
GI (N = 12)	1 (8.3%)	7 (58.3%)	4 (33.3%)				100%
GII (N = 12)		5 (41.7%)	3 (25.0%)	4 (33.3%)			100%
GIII (N = 12)		2 (16.7%)	2 (16.7%)	5 (41.7%)	3 (25.0%)		100%
GIV (N = 11)				1 (9.1%)	9 (81.8%)	1 (9.1%)	100%
Total (N = 47)	1 (2.1%)	14 (29.8%)	9 (19.1%)	10 (21.3%)	12 (25.5%)	1 (2.1%)	100%

Como puede observarse, es en los Modelos 2, 3, 4 y 5 en donde se concentran (con pocas variantes) las respuestas de los sujetos. Particularmente, el Modelo 2 es elegido por los grupos I y II el 25.5% de las veces. Mientras que el Modelo 5 representa el 25.5% de las respuestas de los grupos III y IV. Asimismo, se puede observar que el 51.1% de los sujetos conciben el estómago, o el estómago y los intestinos, como "contenedores o estaciones de paso del alimento", es decir, como Modelos 2 y 4, en los cuales, particularmente, no existe la asimilación del alimento (véase el Estudio 1). Por otra parte, el 44,7% (Modelos 3 y 5) suponen la asimilación de los alimentos, pero a partir del estómago. Con todo, los resultados sugieren una tendencia, de acuerdo con la cual, con el aumento en la edad los sujetos se van adscribiendo hacia los Modelos más sofisticados. Un análisis de χ^2 cuadrada confirma que la proporción de respuestas dadas por los sujetos varía significativamente entre los grupos de edad (χ^2 (3, N = 47) = 29.184, $p < .000$) (Rangos: GI = 11.71; GII = 18.38; GIII = 27.17; GIV = 40.09).

3.7.6.3.1 El destino final de la manzana.

La Tabla 12 muestra las respuestas de los sujetos a la pregunta **28a**, en torno de lo que sucedió, al final del proceso digestivo, con la manzana.

Tabla 12: Número y porcentaje de respuestas por grupo en las representaciones acerca del destino final de la manzana.

	El destino del alimento (Pregunta 28a)			Total
	<i>Toda la comida sale</i>	<i>Toda la comida se queda</i>	<i>Una parte sale y otra se queda</i>	
<i>Edades</i>				
GI (N = 12)	4 (33.3%)	4 (33.3%)	4 (33.3%)	100%
GII (N = 12)	8 (66.7%)		4 (33.3%)	100%
GIII (N = 12)	6 (50.0%)		6 (50.0%)	100%
GIV (N = 11)	1 (9.1%)		10 (90.9%)	100%
Total (N = 47)	19 (40.4%)	4 (8.1%)	24 (51.1%)	47

Como puede observarse, el 51.1% de los sujetos supone que, al final del proceso digestivo, una parte del alimento queda en el organismo mientras que la otra parte sale. De ese porcentaje, el 29.8% está compuesto por sujetos de los tres primeros grupos, mientras que el 21.3% lo está exclusivamente por sujetos del GIV. En cuanto a la representación *toda la comida sale*, ésta ocupa el segundo lugar de adscripción por parte de los sujetos (40.4%), principalmente aquellos de los grupos I, II y III. Un análisis de chi cuadrada confirma que la proporción de respuestas dadas por los sujetos varía significativamente entre los grupos de edad (χ^2 (3, N = 47) = 8.920, $p < .030$) (Rangos: GI = 22.33; GII = 18.50; GIII = 22.75; GIV = 33.18). En este caso, GII obtiene en rango más bajo, GI y GIII obtienen rangos similares y GIV el mayor rango.

3.7.6.4 Trayecto boca-estómago (pregunta 15b, papas sabritas).

Los resultados obtenidos muestran que en la pregunta **15b**, el 100% de los sujetos respondió de manera correcta. Es decir, todos los sujetos mencionaron, en esta ocasión que el alimento sigue el trayecto boca-estómago.

3.7.6.4.1 El trayecto del alimento por el tracto digestivo (papa sabritas).

La Tabla 13 muestra la distribución de los sujetos en cada uno de los modelos que representan el trayecto del alimento (18b y 21b). (A fin de evaluar la fiabilidad, un segundo codificador calificó, de manera independiente, cada una de las respuestas. La fiabilidad entre los dos codificadores fue de 98%.)

Tabla 13: Número y porcentaje de sujetos por grupo y por modelo (trayecto de las papas sabritas). Preguntas 18b y 21b.

	Modelos						Total
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6	
<i>Edades</i>							
GI (N = 12)		10 (83.3%)	2 (16.7%)				100%
GII (N = 12)		8 (66.7%)		4 (33.3%)			100%
GIII (N = 12)		4 (33.3%)	1 (8.3%)	4 (33.3%)	3 (25.0%)		100%
GIV (N = 11)				3 (27.3%)	7 (63.6%)	1 (9.1%)	100%
Total (N = 47)		22 (46.8%)	3 (6.4%)	11 (23.4%)	10 (21.3%)	1 (2.1%)	100%

Una inspección de esta Tabla muestra que es en el Modelo 2 en donde se concentran las respuestas de los sujetos (46,8%). Este Modelo es elegido por los grupos I y II de manera más frecuente (18 sujetos), el 38.3% de las veces. Es decir, un tercio de la población total, representada por estos dos grupos, cae dentro del Modelo 2. A su vez, el Modelo 4 representa el 23.4% de las respuestas, en tal caso, ambos Modelos son elegidos el 70.3%, es decir, para los sujetos adscritos a estos dos Modelos no existe la asimilación del alimento. Por otra parte, el restante 29.8% (Modelos 3, 5 y 6) sí supone la asimilación de los alimentos. Con todo, los resultados sugieren una tendencia en la cual, con el aumento en la edad, los sujetos van adscribiéndose hacia los Modelos más sofisticados. Un análisis de chi cuadrada confirma que la proporción de respuestas dadas por los sujetos varía significativamente entre los grupos de edad (χ^2 (3, N = 47) = 26.330, $p < .000$) (Rangos: GI = 13.58; GII = 18.00; GIII = 26.54; GIV = 39.14).

3.7.6.4.2 El destino final de la papa sabritas.

La Tabla 14 muestra las respuestas de los sujetos a la pregunta **28b**, en torno de lo que sucedió, al final del proceso digestivo, con la papa sabritas.

Tabla 14: Número y porcentaje de respuestas por grupo en las representaciones acerca del destino final de la papa sabritas.

	El destino del alimento (Pregunta 28b)			Total
	<i>Toda la comida sale</i>	<i>Toda la comida se queda</i>	<i>Una parte sale y otra se queda</i>	
<i>Edades</i>				
GI (N = 12)	4 (33.3%)	5 (41.7%)	3 (25.0%)	100%
GII (N = 12)	9 (75.0%)		3 (25.0%)	100%
GIII (N = 12)	8 (66.7%)		4 (33.3%)	100%
GIV (N = 11)	4 (36.4%)		7 (63.6%)	100%
Total (N = 47)	25 (53.2%)	5 (10.6%)	17 (36.2%)	47

Como puede observarse, el 53.2% de los sujetos supone que, al final del proceso digestivo, todo el alimento sale del organismo. De ese porcentaje, el 36.2% corresponde a sujetos de los grupos II y III. Como en el caso anterior (pregunta 28 a), el porcentaje de respuestas adscritas a la representación *toda la comida se queda*, es muy bajo. Mientras que el 36.2% supone que *una parte del alimento se queda y la otra sale*. La adscripción a la representación *toda la comida se sale*, es mayor en este caso que en los resultados mostrados para la pregunta 28a. Por otra parte, el análisis de chi cuadrada llevado a cabo, no arroja diferencias significativas entre los grupos de edad.

3.7.7 Transformación de los alimentos.

El tubo digestivo tiene dos tipos de movimiento: (1) los movimientos de propulsión y, (2) los movimientos de mezclado (es decir, contracciones locales de constricción que producen el mezclado). Los primeros son, por ejemplo, los movimientos peristálticos que lleva a cabo el esófago para propulsar los alimentos hacia el estómago, o el de los intestinos hacia el recto. Por su parte, los movimientos de distensión del intestino delgado, inducen contracciones de mezcla. Dichas

contracciones de segmentación, fragmentan el quimo. Ambos tipos de movimiento desmenuzan el alimento. Por otra parte, la comida también se mezcla con líquido liberado en las zonas que atraviesa el alimento: saliva, jugos gástricos, jugo intestinal, o líquidos que son descargados en el duodeno: bilis y jugo pancreático. La saliva y el jugo gástrico, por ejemplo, contienen enzimas que aceleran la ruptura de las moléculas mayores, presentes en los alimentos, en otras más pequeñas. Así, además de la fragmentación de los alimentos que divide los alimentos en partes más pequeñas, existe el proceso de transformar las moléculas grandes (proteínas) en otras más pequeñas (aminoácidos) (Guyton y Hall, 2002). De esta manera, quizá a la primera de estas transformaciones pudiéramos llamarle mecánica, mientras que a la segunda química.

Con base en lo anterior, podría considerarse que el tipo de transformaciones que acaecen a lo largo y en lugares específicos del tracto digestivo (o también en otros lugares), ocurre de tres maneras posibles:

- (a) Mediante **procedimientos mecánicos**: (Sujeto 3) "El estómago también tiene boca y la masticó. La hizo trocitos"; (S13) "Cuando pasó por el esófago, yo me imagino las *navajitas* que cortan la comida"; (S32) "En el estómago hay como un aparato que muele todo para hacer digestión.
- (b) **Por dilución o derretimiento**: (Sujeto 2) "Se desmoronó con el agua simple"; (S6) "El estómago tiene un liquidito chiquito que va haciendo líquido a la manzana y la va deshaciendo poco a poco"; (S34) "Con el agua que tenemos adentro, en el estómago, se hizo agua"; (S36) "Se revolvió y combinó con las otras comidas que están en el estómago"; (S4) "Se calentó porque está dentro del estómago. Es por estar adentro del estómago"; (S16) "El tubo [esófago] está como caliente y derrite la manzana, igual pasó con la papa. Se va deshaciendo y se va haciendo caldo".
- (c) **Pre-química** (en este caso existen, principalmente, referencias al "jugo gástrico", y aunque éste se utiliza como el agente para las transformaciones, no implica transformación de sustancias, por ejemplo, proteínas ? aminoácidos, por ello no la hemos llamado transformación

química⁸): (Sujeto 28) "El ácido no le quita las vitaminas [a la manzana], nada más separa las vitaminas de los desechos"; (S39) "Los ácidos del estómago efectúan una reacción química sobre los alimentos, y empieza un proceso para digerir las sustancias que le sirven al cuerpo y las que no, se desechan".

De esta manera, con el objetivo de calificar las respuestas dadas por los sujetos a las preguntas 13, 14, 17, 20 y 24, se consideraron **7 niveles**. Asimismo, tomando en consideración que la transformación pudiera ocurrir en un lugar diferente del tracto digestivo, se consideró intercalar entre los niveles lugares "correctos" o "incorrectos"; es decir, los niveles atienden tanto a las transformaciones como a la localización:

- Nivel 0: No sé; sin transformación.
- Nivel 1: Transformación mecánica. Lugar incorrecto.
- Nivel 2: Transformación mecánica. Lugar correcto.
- Nivel 3: Transformación por dilución o derretimiento. Lugar incorrecto.
- Nivel 4: Transformación por dilución o derretimiento. Lugar correcto.
- Nivel 5: Transformación pre-química. Lugar incorrecto.
- Nivel 6: Transformación pre-química. Lugar correcto.

Por otra parte, un grupo de cinco fotografías (véase Anexo 6) fue presentado para mostrarles a los sujetos cambios en el aspecto del alimento (dichas transformaciones únicamente representan cambios de sólido a líquido, no cambios de sustancia). Esto se hizo con el objetivo de hacer más tangible una parte de la transformación, sin embargo, en las justificaciones pedidas a los sujetos se intentó ir más allá del cambio sólido a líquido. Con todo, debemos aclarar que el 100% de los sujetos supusieron, a partir de la primera transformación acaecida en la boca, un cambio de grande a pequeño, lo cual

⁸ La distinción que estamos estableciendo se basa en la evidencia encontrada por Núñez y Banet (1997). En ese trabajo se muestra que mientras el Modelo 5 sostiene que se *obtienen* los nutrientes de la comida (proteínas o carbohidratos) mediante la digestión, el Modelo 6 supone que la digestión *convierte* los nutrientes complejos en sustancias más simples (aminoácidos o glucosa). En este sentido, hemos llamado pre-química a una concepción como la del Modelo 5 y, si fuera el caso, llamaríamos química a la segunda.

también implicó de sólido a líquido. Los argumentos esgrimidos por los sujetos para justificar estos cambios tienen que ver con el hecho de que "partiendo" el alimento o "haciéndolo" líquido era más fácil que pasara por el tracto digestivo.

3.7.7.1 Transformación de la manzana.

3.7.7.1.1 Preguntas 13a y 14a.

La pregunta 13a indagó la transformación que ocurría en la boca después de la ingesta de la manzana. Los resultados obtenidos muestran que el 93.6% de los sujetos cayeron en el nivel 2. Sólo 1 sujeto (2.1%) del GIV está presente en el nivel 6. Uno también, pero del GIII en el nivel 4 y uno del GI en el nivel 0.

Por su parte, la pregunta 14a cuestionó acerca del porque transformar la manzana en la boca. Los resultados obtenidos muestran que el 74.5% de los sujetos da respuestas del nivel 2. Mientras que únicamente el 8.5% de la muestra total se adscribe al nivel 6 (cuatro sujetos del GIV). Asimismo, 7 sujetos (14.9%) caen en el nivel 0, 3 del GI, 2 del GII y 2 del GIV.

En ambas preguntas (13a y 14a), no se encontraron diferencias entre los cuatro grupos de edad.

3.7.7.1.2 Pregunta 17a.

La pregunta 17a toma como foco de las transformaciones aquellas realizadas en el estómago. Los resultados obtenidos muestran lo siguiente (Tabla 15).

Tabla 15: Número y porcentaje de sujetos por grupo y niveles de transformación del alimento. Pregunta 17a.

Edades	Niveles de transformación del alimento							Total
	Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6	
GI (N = 12)	1 (8.3%)		3 (25.0%)	2 (16.7%)	6 (50.0%)			12 (100%)
GII (N = 12)		2 (16.7%)	4 (33.3%)	1 (8.3%)	5 (41.7%)			12 (100%)
GIII (N = 12)	1 (8.3%)		3 (25.0%)		4 (33.3%)		4 (33.3%)	12 (100%)
GIV (N = 11)	1 (8.3%)				3 (27.3%)		7 (63.6%)	11 (100%)
Total (N = 47)	3 (6.4%)	2 (4.3%)	10 (21.3%)	3 (6.4%)	18 (38.3%)		11 (23.4%)	47

Como se observa, el 38.3% de las respuestas de los sujetos son asignadas en el nivel 4, pero, a la vez, se constata que el porcentaje va decreciendo conforme aumenta la edad. Comparado con el nivel 6 (23.4%), se observa que son los sujetos de los grupos III y IV los únicos que se adscriben en este nivel. El 21.3%, por su parte, cae en el nivel 2. Estos tres niveles descritos no sólo representan las tres transformaciones, sino que también nos dicen que el 83.0% atiende al lugar correcto donde esa transformación se realiza. El análisis de chi cuadrada llevado a cabo confirma una diferencia significativa entre los distintos grupos de edad ($\chi^2(3, N = 47) = 11.905, p < .008$) (Rangos: GI = 19.38; GII = 17.13; GIII = 25.96; GIV = 34.41).

3.7.7.1.3 Pregunta 20a.

Esta pregunta indagó acerca de las transformaciones que sufre el alimento después de atravesar el estómago (sean los intestinos o cualesquiera otros lugares). Los resultados se muestran en la Tabla 16:

Tabla 16: Número y porcentaje de sujetos por grupo y niveles de transformación del alimento. Pregunta 20a.

	Niveles de transformación del alimento							Total
	Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6	
<i>Edades</i>								
GI (N = 12)	7 (58.3%)			5 (41.7%)				12 (100%)
GII (N = 12)	4 (33.3%)	1 (8.3%)	3 (25.0%)	2 (16.7%)	1 (8.3%)		1 (8.3%)	12 (100%)
GIII (N = 12)	4 (33.3%)		2 (16.7%)		4 (33.3%)		2 (16.7%)	12 (100%)
GIV (N = 11)	1 (9.1%)				3 (27.3%)		7 (63.6%)	11 (100%)
Total (N = 47)	16 (34.0%)	1 (2.1%)	5 (10.6)	7 (14.9%)	8 (17.0%)		10 (21.3%)	47

Estos resultados indican un crecimiento en el porcentaje de respuestas en el nivel 0, mientras que decrece en los niveles 2 y 4. Estos dos últimos niveles, junto con el 6, ahora alcanzan sólo el 48.9%. Esto parece señalar que a medida que nos alejamos del estómago son los sujetos, en general, de los grupos III y IV los que pueden dar cuenta de las transformaciones indicándolas y localizándolas en lugares "correctos". Un análisis de chi cuadrada así lo muestra: (χ^2 (3, N = 47) = 16.133, $p < .001$) (Rangos: GI = 15.79; GII = 19.92; GIII = 24.42; GIV = 36.95).

3.7.7.1.4 Pregunta 24a.

Es posible que los resultados presentados en la Tabla 16 también tengan que ver, como lo comentamos en los datos referidos al trayecto que sigue el alimento en el tracto digestivo, con el hecho de que la mayor parte de los sujetos concibe el estómago como el órgano central del aparato digestivo y se detienen en él. Es decir, los cambios sustanciales (véase Tabla 15) que sufre el alimento se localizan en dicho órgano. Tal vez por esta razón, cuando se piden explicaciones acerca de las transformaciones que van más allá del estómago, como puede constatarse en la Tabla 17, los sujetos ya no son capaces de precisarlas.

Tabla 17: Número y porcentaje de sujetos por grupo y niveles de transformación del alimento. Pregunta 24a.

Edades	Niveles de transformación del alimento						Total	
	Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5		Nivel 6
GI (N = 12)	12 (100%)							12 (100%)
GII (N = 12)	11 (91.7%)						1 (8.3%)	12 (100%)
GIII (N = 12)	10 (27.3%)				1 (8.3%)		1 (8.3%)	12 (100%)
GIV (N = 11)	3 (27.3%)				4 (36.4%)		4 (36.4%)	11 (100%)
Total (N = 47)	36 (76.6%)				5 (10.6%)		6 (12.8%)	47

Aunque el grueso de las respuestas (76.6%) se adscribe al nivel 0, el análisis de chi cuadrada confirma diferencias entre los grupos de edad (χ^2 (3, N = 47) = 19.038, $p < .000$) (Rangos: GI = 18.50; GII = 20.67; GIII = 22.38; GIV = 35.41).

3.7.7.2 Transformación de la papa sabritas.

3.7.7.2.1 Preguntas 13b y 14b.

Los resultados encontrados en la pregunta 13b, son altamente similares a aquellos encontrados en 13a. Es decir, el 93.6% de los sujetos de la muestra total vuelven a caer en el nivel 2. No obstante, un análisis de chi-cuadrada indica diferencias entre los cuatro grupos respecto de la pregunta 14b (χ^2 (3, N = 47) = 8.934, $p < .030$) (Rangos: GI = 19.75; GII = 19.75; GIII = 26.50; GIV = 30.55).

3.7.7.2.2 Pregunta 17b.

En cuanto a la pregunta 17b, se encontraron los siguientes resultados (Tabla 18).

Tabla 18: Número y porcentaje de sujetos por grupo y niveles de transformación del alimento. Pregunta 17b.

	Niveles de transformación del alimento						Total
	Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	
<i>Edades</i>							
GI (N = 12)	2 (16.7%)		2 (16.7%)	1 (8.3%)	7 (58.3%)		12 (100%)
GII (N = 12)	1 (8.3%)	1 (8.3%)	3 (25.0%)	1 (8.3%)	6 (50.0%)		12 (100%)
GIII (N = 12)	1 (8.3%)		4 (33.3%)		4 (33.3%)	3 (25.0%)	12 (100%)
GIV (N = 11)	1 (8.3%)				6 (54.5%)	4 (36.4%)	11 (100%)
Total (N = 47)	5 (10.6%)	1 (2.1%)	9 (19.1%)	2 (4.3%)	23 (48.9%)	7 (14.9%)	47

El mayor porcentaje alcanzado corresponde al nivel 4, y muestra, adicionalmente, una distribución proporcional de los sujetos de los cuatro grupos en este nivel (como también ocurre entre los niveles 0-3). Otra vez, los sujetos de los grupos III y IV son los que caen en el nivel 6 (14.9%), aunque en una proporción menor a la alcanzada en la pregunta 17a. Un análisis de chi cuadrada no muestra diferencias entre los grupos.

3.7.7.2.3 Preguntas 20b y 24b.

La distribución de respuestas encontrada en estas preguntas es bastante similar a la de las preguntas 20a y 24a, un análisis de chi cuadrada aplicado en ambas preguntas corrobora diferencias entre los diferentes grupos de edad. Los resultados son los siguientes:

P20b (χ^2 (3, N = 47) = 16.239, $p < .001$) (Rangos: GI = 14.38; GII = 21.79; GIII = 24.38; GIV = 36.50).

P24b (χ^2 (3, N = 47) = 16.588, $p < .001$) (Rangos: GI = 20.00; GII = 20.00; GIII = 23.50; GIV = 33.27).

3.7.7.3 Efectos en el orden de aplicación.

Como se recordara, a la mitad de los sujetos de la muestra se le aplicó primero la versión **a** (manzana) y después la **b** (papa-sabritas) de la sección C del cuestionario, mientras que para la otra mitad, el orden fue el inverso (b-a). El objetivo de este procedimiento fue controlar posibles efectos en el orden de presentación. Un análisis de chi cuadrada aplicado para cada una de las preguntas (15, 18-21, 28, 13, 14, 17, 20, 24) por cada uno de los cuatro grupos de edad muestra que, en la gran mayoría de los casos, no se aprecian diferencias significativas en el orden de presentación. Excepto para las preguntas 28a y 28b.

Para la pregunta 28a, un análisis de chi cuadrada confirma diferencias en el orden de presentación (χ^2 (1, N = 12) = 4.889, $p < .027$) en el grupo III. Una comparación de las medias de los rangos entre las dos secuencias de presentación atiende a esas diferencias: a-b = 4.50; b-a = 8.50.

Mientras que en la pregunta 28b, el análisis muestra diferencias para el grupo III (χ^2 (1, N = 12) = 5.500, $p < .019$) (Rangos: a-b = 4.50; b-a = 8.50), y también para el grupo IV (χ^2 (1, N = 12) = 4.762, $p < .029$) (Rangos: a-b = 4.33; b-a = 8.00).

3.7.8 Análisis de los resultados.

De las 16 respuestas analizadas tanto para "trayecto del alimento" (15, 18-21, 28) como para "transformación del alimento" (13, 14, 17, 20, 24) en sus versiones **a** y **b**, únicamente en 9 de ellas (18-21a, 18-21b, 28a, 14b, 17a, 20a, 20b, 24a, 24b) se encontraron diferencias significativas entre los grupos de estudio. En la mayoría de estos casos, la tendencia marca un aumento gradual, del GI al GIV, hacia la elección de las respuestas de mayor jerarquía y, solamente en 2 de esas 9 preguntas (28a y 17a), el grupo I se encuentra por encima del grupo II. Por otra

parte, en las preguntas 15a, 15b, 28b, 13a, 13b, 14a y 17b no se encontraron diferencias entre los cuatro grupos en estudio.

Ambos grupos de preguntas, trayecto y transformación, analizaron la secuencia entrada-elaboración-salida; partiendo del supuesto de que además de indagar el inicio y final del proceso, sería importante examinar la parte intermedia del mismo.

En la pregunta 15 (a y b), la cual indaga la ingesta del alimento y el trayecto boca-estómago, no se encuentran diferencias entre los cuatro grupos estudiados. Lo cual quizá quiere decir que el trayecto que sigue el alimento desde que es ingerido hasta su desplazamiento hacia el estómago es suficientemente conocido por los sujetos, al menos desde los 6 años de edad. Corroboración de lo anterior, es el hecho de que tampoco se encuentran diferencias entre los diferentes grupos de edad en cuanto a la pregunta 13 (a y b), es decir, aquella que examina la transformación ocurrida con el alimento en la boca. En ambas preguntas (13a y 13b), el 93.6% y 91.5% de los sujetos, respectivamente, se adscriben a un tipo de transformación mecánica (por ejemplo, masticar). Sin embargo, en cuanto a la justificación, o dar cuenta del “por qué” masticar los alimentos (preguntas 14a y 14 b), en una de ellas se encuentran diferencias entre los grupos (14 b), mientras que en la otra no (14a). Aunque en ambas la distribución de respuestas en cada uno de los niveles por grupo es similar (asimismo, la progresión de los rangos sigue una tendencia creciente apareada con las edades de los grupos). En las dos ocasiones, el 74.5% de los sujetos de la muestra total se adhiere al nivel 2, asimismo, en ambas, son únicamente cuatro sujetos, todos ellos pertenecientes al grupo IV (8.5%), los que responden en el nivel 6. Con todo, este conjunto de datos parece indicar que el conocimiento de la primera fase del proceso (la entrada) es bastante similar para los sujetos de los cuatro grupos. Quizá porque en general es un conocimiento al cual se accede desde la experiencia inmediata: es fácilmente perceptible y está bien circunscrito a un determinado espacio corporal, incluso para los niños de 6 años. Tal vez también por eso, dicho conocimiento se mantiene constante a lo largo del tiempo, cuando menos en la adjudicación de transformaciones de carácter mecánico que sufre el alimento en

el espacio boca, no así para la incorporación de explicaciones en las cuales se involucran transformaciones químicas. Por tanto, masticar el alimento no tiene para la mayoría de los sujetos de la muestra estudiada el objetivo de elaborar el bolo alimenticio (masticado e insalivado) ni se le considera como preparación del proceso digestivo, sino que los efectos sufridos por el alimento se conciben como el acto de “hacer pequeño lo grande” y con la única finalidad de facilitar su deglución.

Las diferencias entre los sujetos comienzan a emerger en el momento en el cual tienen que dar cuenta de lo que ocurre en el estómago, tanto de la digestión propiamente dicha como de la asimilación (absorción) de los alimentos. Las preguntas 18-21a y 18-21b apuntan hacia estas cuestiones mientras que los modelos presentados en la Figura 1, las representan.

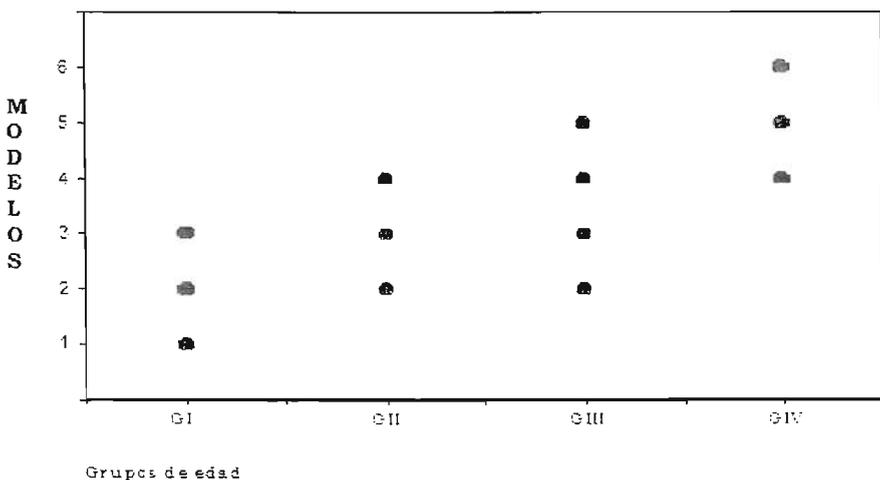
3.7.8.1 *El trayecto de los alimentos.*

Los modelos 1 y 6 representan las concepciones más “primitivas” y canónicas, respectivamente. Es decir, el modelo 1 da cuenta de la ingesta del alimento pero ignora los trayectos que sigue éste, mientras que el modelo 6 no sólo da cuenta del trayecto sino que introduce, además del estómago, el intestino. Adicionalmente, le otorga al estómago la función de la digestión y al intestino la de la absorción. Los modelos 2 y 3 establecen correctamente el trayecto boca-estómago pero no introducen una conexión entre éste y el intestino, por tanto, se quedan en el nivel del estómago ya sea concibiéndolo como un contenedor o estación de paso de los alimentos (modelo 2) o bien suponiéndolo como el lugar donde se realiza la absorción de los alimentos (modelo 3). Por su parte, los modelos 4 y 5 suponen una conexión con el intestino pero, al igual que en el par anterior, uno no considera la asimilación (modelo 4) mientras que el otro la supone en el estómago (modelo 5). En tal caso, existe cierta similitud entre los modelos 2 y 4, en el sentido de que no implican la asimilación de los alimentos, y entre 3 y 5 los cuales sí lo hacen, pero la localizan en el estómago.

Las Tablas 11 y 13 mostraron las frecuencias y porcentajes alcanzados en cada uno de los modelos por grupo de edad. En ambas, puede observarse que los sujetos de la muestra se distribuyen, en la mayor parte de los casos, entre los modelos 2 y 5. También se constata que la adscripción a los modelos 1 y 6 es bastante escasa, en 18-21a y 18-21b es un sujeto (GIV) quien cae en el modelo 6, de la misma manera ocurre en 18-21a, uno de los sujetos del GI cae en el modelo 1. En cierto sentido, esto parece indicar que el conocimiento de los sujetos es mayor que el que representa el modelo más "primitivo" pero inferior al representado por el modelo 6.

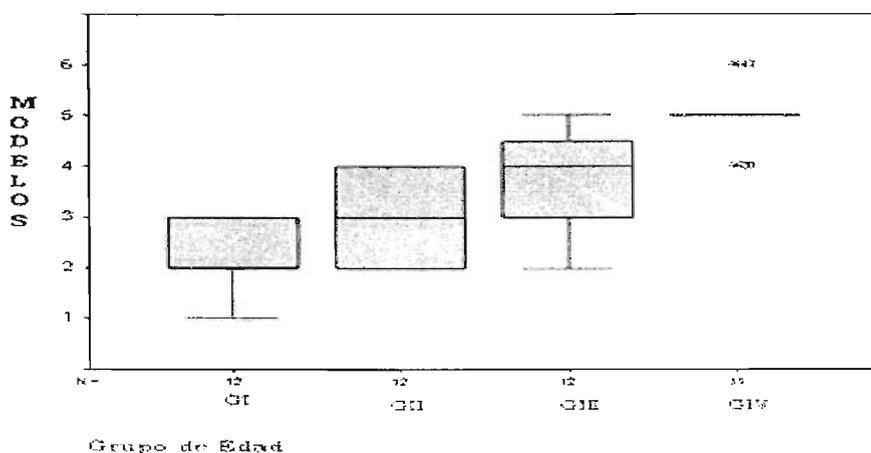
En la Tabla 11, se observa que el modelo 2 es elegido en la mayoría de los casos por sujetos del GI y GII, mientras que el modelo 5 lo es por los sujetos de GIII y GIV, es decir, los sujetos de mayor edad tienden a elegir el modelo que representa una mayor complejidad de estructura. Unido con lo anterior, es interesante destacar que los modelos 2 y 4 (no-asimilación) alcanzan en conjunto el 51.1% de la muestra total, mientras que los modelos 3 y 5 (asimilación) alcanzan el 44.7%. Un examen de la dispersión de los modelos en cada grupo de edad esclarece, de manera más específica, las concepciones que sostienen los sujetos de la muestra estudiada (cfr. Figura 2).

Figura 2: Dispersión de los modelos por grupo. 18-21a



Como puede observarse, los grupos tienden a compartir (aunque no en las mismas proporciones) algunos de los modelos. Por ejemplo, los modelos 2 y 3 se encuentran dispersos entre los grupos I, II y III; mientras que el modelo 5 se concentra en los grupos III y IV. Asimismo, puede observarse que GIII es el grupo con mayor dispersión. No obstante, un análisis de las medianas de los modelos en cada uno de los grupos de edad nos permite apreciar la ubicación de cada uno de ellos en cuanto a su adscripción a un modelo (véase Figura 3).

Figura 3: Comparación de las medianas de los modelos por grupo de edad. 18-21a



Una comparación de las medianas entre los cuatro grupos de edad revela lo siguiente: G I, *Mdn* = 2.00; G II, *Mdn* = 3.00; G III, *Mdn* = 4.00; G IV, *Mdn* = 5.00

Esto tal vez indica que aún cuando algunos sujetos de un grupo determinado distribuyen sus respuestas en los distintos modelos (aunque no los abarcan todos), en general tienden, como grupo, a concentrar sus respuestas en modelos que guardan cierta similitud. Por ejemplo, los modelos 2 y 3 representan, en conjunto, el 91.6% para el grupo I ($N = 12$) y el 66.7% para el grupo II ($N = 12$). Mientras que los modelos 4 y 5, alcanzan el 66.7% en el grupo III ($N = 12$) y el 90.9% en el grupo IV ($N = 11$). Esta tendencia parece establecer, al igual que las diferencias de las medianas entre los grupos estudiados, una relación con la complejidad del modelo al cual se adscriben los sujetos y la edad de los mismos.

Asimismo, en los datos presentados en el párrafo anterior, se observa que GIII es el grupo en el cual se encuentra una mayor dispersión de las respuestas, la desviación estándar para este grupo es de 1.06, mientras que las respuestas dadas por GIV se encuentran más concentradas.

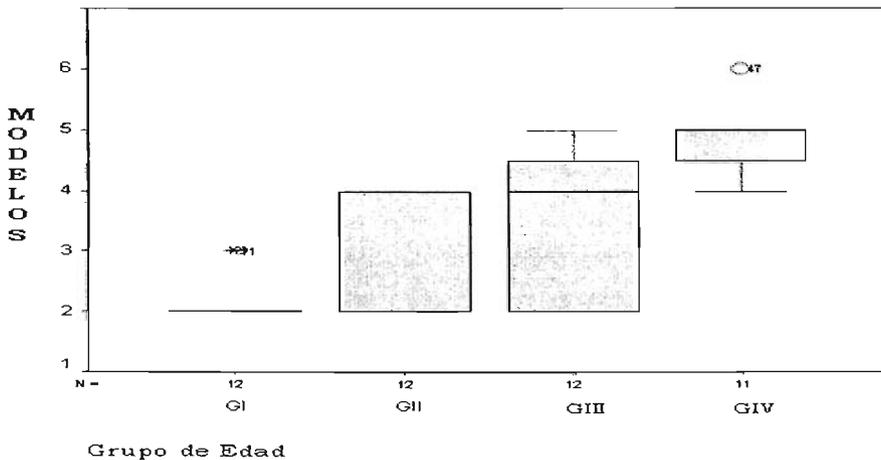
Por otra parte, en relación con el porcentaje alcanzado en conjunto por los modelos 2 y 4 (51.1% de la muestra total, $N = 47$) en 18-21a, las respuestas obtenidas en la pregunta 28a, corroboran, aunque no plenamente, que para los sujetos ubicados dentro de esos modelos, la asimilación de los alimentos no es considerada. Es decir, parece coherente que en 28a, el 40.4% de los sujetos den respuestas que representan el “modelo de contenedor o estación de paso”, es decir, “toda la comida se sale”. Mientras que el 51.1% se adhiere a la opción “una parte de la comida se queda y la otra sale”. Y aunque en este porcentaje están representados sujetos de los cuatro grupos de edad, en mayor medida son los sujetos de GIII y GIV los que inciden en el puntaje. Analizando la asociación existente entre estas dos variables (18-21a y 28a) mediante el coeficiente de correlación de rango de Spearman ($\rho(N = 47) = .322$, Sig. (1 cola) = .014) se obtiene una correlación significativa al nivel de .05. En cierto sentido aunque con precaución, pudiéramos decir que existe cierta asociación entre las ideas que representan cada uno de los modelos y el destino final del alimento.

En el apartado 3.7.7.3, presentamos los resultados de un análisis realizado para determinar si el orden de presentación (ab o ba) incidía o no en las respuestas de los sujetos. Dado que no se encontró evidencia de que hubiera efectos generados por el orden de secuencia, es posible suponer (aunque no de manera definitiva) que alguna diferencia en las respuestas puede ser debida al estímulo presentado (manzana o sabritas).

Ahora bien, en la pregunta 18-21b, el estímulo “papa-abritas” parece introducir algunos cambios, en general, mínimos, en cuanto a la dispersión de los modelos por grupo de edad. Si bien la tendencia se conserva, observamos que ahora los sujetos del GI ya no dan respuestas en el modelo 1 y sólo lo hacen en los modelos 2 y 3. Mientras que el GII sólo da respuestas en los modelos 2 y 4 (ya no en el 3).

Por su parte, GIII y GIV continúan ubicándose en los mismos modelos mostrados en la Figura 2, aunque con algunos cambios interesantes en cuanto al número de sujetos que eligen ahora los modelos. Por ejemplo, se incrementa la adscripción de 9.1% (18-21a) a 27.3% (18-21b) en el modelo 4 para GIV; asimismo, GIII pasa de 16.7% (18-21a) a 33.3% (18-21b) en el modelo 2. Similares incrementos se encuentran para GI y GII en cuanto a la elección del modelo 2 en 18-21b. En resumen, parece que ante el estímulo “papa-sabritas” (comida chatarra) los sujetos tienden a centrarse en aquellos modelos que representan, por un lado, la ausencia de asimilación y, por el otro, la función de órgano como “contenedor o estación de paso”. Asimismo, se observa que el puntaje de la muestra total pasa del 51.1% (encontrado en la pregunta 18-21a para los modelos 2 y 4) al 70.3% en la pregunta 18-21b. Un análisis de las medianas de los modelos por grupo muestra lo siguiente (cfr. Figura 4).

Figura 4: Comparación de las medianas de los modelos por grupo de edad. 18-21b



Una comparación de las medianas entre los cuatro grupos de edad revela ahora lo siguiente: GI, $Mdn = 2.00$; GII, $Mdn = 2.00$; GIII, $Mdn = 4.00$; GIV, $Mdn = 5.00$

Dentro de los cambios que estos resultados indican, se encuentra el que ahora la mediana de GII apunta hacia el modelo 2 y no hacia el 3 como en el caso anterior. Este hecho es quizá una de las causas de que el puntaje aumente en el modelo 2.

Por otra parte, GIII sigue presentando una mayor dispersión en comparación con los otros grupos de edad.

Asimismo, el incremento en las respuestas dadas en los modelos 2 y 4, parece asociarse con las respuestas dadas en 28b. En esta pregunta ahora es el 53.2% (recordemos que en 24a fue el 40.4%) de los sujetos quienes eligen "toda la comida se sale", mientras que el 36.2% se adhiere a la opción "una parte sale y la otra se queda". Es decir, dado que el mayor porcentaje de las respuestas se concentran en torno de los modelos 2 y 4 (no hay asimilación), parece lógico que esto se relacione con el hecho de que todo el alimento salga del organismo. Una explicación posible es que los sujetos consideren que la "papa-sabritas" es un alimento "chatarra" y no le sirve al organismo, por ende, no debe ser asimilado. Sin embargo, dicha explicación no cubre el hecho de que el 40.4% responda de esa manera con el estímulo "manzana". Más bien es probable que la concepción "todo el alimento es desalojado" sea una concepción sobre el proceso digestivo y tal vez, aunque sólo hasta cierto punto, independiente de la forma en la cual se tipifican los alimentos. Analizando la asociación existente entre estas dos variables (18-21b y 28b) mediante el coeficiente de correlación de rango de Spearman ($r_{ho} (N = 47) = .389$, Sig. (1 cola) = .003) se obtiene una correlación significativa al nivel de .01.

A manera de ejemplo, algunas de las respuestas que podemos encontrar en el modelo 2 son las siguientes:

Luis (6;09, GI, 04). La manzana "se queda dentro del estómago. No [llega a otras partes] porque allí se queda. Porque el estómago es como una cárcel. [Solamente] sale si está echada a perder, sino está echada a perder se queda en el estómago".

Paulina (6;11, GI, 08). Después del estómago, la papa "no llega a otras partes porque no se puede, llega sólo a la cadera y luego se va por donde hacemos del baño [y] se sale toda la papa".

Montserrat (8;08, GII, 20). "Nada más llega a la panza, pero [la manzana] pasa por la garganta, luego a la panza, [de allí] baja y la desechamos, se sale toda".

Eunice (8;11, GII, 23). "Del estómago [la papa] se va a donde hacemos del baño y la deseamos toda. No llega a otras partes porque cuando llega a donde hacemos del baño la deseamos toda".

Diana Karen (12;04, GIII, 31). La manzana "no llega a otra parte. Se queda en la panza, porque cuando te la comes se va rumbo a la panza y no puede irse a otro lado. [También, el niño] podría ir al baño y la desecha".

Mientras que en el modelo 4, podemos encontrar respuestas como las siguientes:

Emiliano (9;01, GII, 13). "Del estómago llega al intestino delgado. Pasa del delgado al grueso. Después se va al ano y se hace popó o pipí. Sale toda la manzana que se comió".

Oswaldo (12;02, GIII, 25). "Del estómago pasa por el intestino grueso... y la desecha por el ano. No llega a otras partes [la papa] porque tiene que ir por esos conductos para ser deseada por el organismo".

Como puede observarse, en este conjunto de respuestas está ausente la asimilación de los alimentos, sea que se queden o salgan del organismo. Contrariamente, los modelos 3 y 5 suponen su asimilación. Por ejemplo, en el modelo 3, tenemos:

Mauri (9;04, GII, 17). Del estómago "llega a todas partes: corazón, pulmones, cerebro, brazos, pies, porque [la manzana] sí tiene proteínas y sí nos nutre. El estómago manda las proteínas a esos lugares por las venas. Las venas salen del estómago. Una parte sale como popó".

(En el caso de este sujeto es interesante mostrar que cuando el estímulo es *papasabritas*, llega a sostener una concepción diferente en cuanto al proceso. Es decir, da una respuesta pertinente al modelo 2 y no al 3, verbigracia: "Del estómago, [la papa] se va a un lugar que está atrás [señala las nalgas]... como es chatarra no puede llegar al cerebro ni a otro lado. No [llega] porque no es nutritiva y no nos proporciona nada. Una parte sale como popó, la otra parte se queda en lugares como el estómago y nos puede enfermar".)

Mientras que en el modelo 5 encontramos respuestas de este tipo:

José Pablo (12;04, GIII, 29). De la boca pasa al estómago, allí "los nutrientes pasan por las venas y luego, lo que queda de la manzana, pasa a los intestinos gruesos. Los nutrientes llegan a todo el cuerpo: a los tejidos, el cerebro, órganos, ojos, huesos. El desecho se va por donde hacemos del *dos*. El movimiento del intestino lo manda hacia allá, por un movimiento de abrir y cerrar."

Como se observa, en el modelo 5 los intestinos son una ruta de evacuación, dado que es en el estómago donde se realiza el trabajo de asimilación:

Montserrat (18;05, GIV, 46). "Por un proceso de digestión, el estómago la asimiló [la manzana]. Se tritura y libera el jugo y libera las vitaminas y llega a algunos órganos. Luego se desecha por el recto".

Un ejemplo del modelo 6 explicita las diferencias entre éste y los modelos anteriores:

Patricia (18;00, GIV, 47). "Las proteínas llegan a todo el cuerpo. Cuando pasan por el intestino, éste tiene como pelitos y las toma, las absorbe y se las lleva a todo el cuerpo, por medio de la sangre".

3.7.8.2 *La transformación de los alimentos.*

Respecto de la transformación que sufren los alimentos en el proceso digestivo (en torno de esta cuestión, recuérdese que se mostraron un conjunto de fotografías que intentaron representar solamente algunos de los cambios ocurridos con los alimentos, verbigracia, la transformación de sólido a líquido, más no transformaciones químicas, las cuales son difíciles de "representar" mediante fotografías. Las fotografías se presentaron con el fin de facilitar y "objetivar", en la medida de lo posible, algunos de los parámetros o indicadores utilizados por los sujetos), los resultados no muestran, al igual que en lo referente al "trayecto de los alimentos" (véanse preguntas 15a y 15b), diferencias en las respuestas dadas por los sujetos en cuanto a las transformaciones sufridas por el alimento en el espacio boca. En las preguntas 13a y 13b, el 93.6% y el 91.5% de

los sujetos de la muestra total, respectivamente, conciben una transformación de tipo mecánico (nivel 2).

13a: GI, *Mdn* = 2.00; GII, *Mdn* = 2.00; GIII, *Mdn* = 2.00; GIV, *Mdn* = 2.00

13b: GI, *Mdn* = 2.00; GII, *Mdn* = 2.00; GIII, *Mdn* = 2.00; GIV, *Mdn* = 2.00

Por su parte, en las preguntas 17a y 17b (la transformación del alimento en el estómago) se encuentra una mayor dispersión de las respuestas aunque, en general, las frecuencias más altas se encuentran entre los niveles 2 y 4, es decir, se sigue considerando la transformación de tipo mecánico (21.3% para 17a y 19.1% para 17b) pero, ahora, se contempla también una transformación mediante dilución (38.3% para 17a y 48.9% para 17b). En ambos casos la mediana (*N* = 47) obtenida es de 4.00:

17a: GI, *Mdn* = 3.50; GII, *Mdn* = 2.50; GIII, *Mdn* = 4.00; GIV, *Mdn* = 6.00

17b: GI, *Mdn* = 4.00; GII, *Mdn* = 3.50; GIII, *Mdn* = 4.00; GIV, *Mdn* = 4.00

En cuanto a las preguntas 20a y 20b (las cuales se refieren a las transformaciones acaecidas en el intestino), como podría esperarse dados los resultados en 18-21a y 18-21b (es decir, una buena parte de la muestra total, fundamentalmente los grupos I y II, no consideran la conexión estómago-intestino), las frecuencias más altas se encuentran en el nivel 0 (no sé) y en el nivel 3 (dilución/lugar incorrecto). Mientras que en los niveles 4 y 6 se obtiene un porcentaje del 38.3% en ambos casos. Dicho porcentaje se alcanza, principalmente, por los puntajes obtenidos por GIII y GIV. Resultados similares son encontrados en las preguntas 24a y 24b.

Los resultados a las preguntas 13 y 17 muestran también que para los sujetos ocurren "cosas" diferentes con los alimentos en espacios corporales diferentes (sea en la boca o en el estómago). Asimismo, el cambio de sólido a líquido parece ser el cambio final de los alimentos; en cierto sentido, sería el estado en el cual

accedería al cuerpo en caso de ser asimilado. Sin embargo, mientras que la transformación mecánica se debe a la actividad del espacio orgánico en cuestión (boca o estómago), la transformación por dilución y/o derretimiento se debe a lo que contiene el órgano o a una cualidad del mismo. En el primer caso, encontramos respuestas como las siguientes:

Andrés (6;11, GI, 03). "El estómago también tiene boca y la masticó [la manzana], la hizo trocitos".

Alan (8;11, GII, 15). "Porque el estómago se va moviendo y va moliendo toda la comida, y por eso cambia de forma".

Elizabeth (12;01, GIII, 32). "En el estómago hay como un aparato que muele todo para hacer digestión".

Mientras que en el segundo:

Karen (7;04, GI, 12). "Como hay muchos alimentos en el estómago se hizo así [líquido]. Todo lo que comemos se queda en el estómago".

Luis (6;09, GI, 04). "Se calentó porque está dentro del estómago. Es por estar dentro del estómago" [que se hizo líquido].

Ricardo (9;03, GII, 16). "La panza está como caliente y derrite la manzana. Se va deshaciendo y la va haciendo caldo".

Guadalupe (12;02, GIII). "El niño [que se comió la manzana] pudo haber tomado agua, por eso se hizo así" [líquido].

Por último, un análisis de la asociación entre el conjunto de preguntas (trayecto y transformación) y el rango de edad mediante el coeficiente de correlación de rango de Spearman, muestra lo siguiente (véase Tabla 19):

Tabla 19: Coeficientes de correlación, preguntas por rango de edad.

Pregunta	Coefficiente de correlación (N = 47)	Sig. (1 cola)	Correlación significativa al:
18-21a	.786	.000	.01
28a	.325	.013	.05
18-21b	.738	.000	.01
28b	-	-	-
13a	-	-	-
14a	.339	.010	.01
17a	.453	.001	.01
20a	.565	.000	.01
24a	.566	.000	.01
13b	-	-	-
14b	.417	.002	.01
17b	.340	.010	.01
20b	.573	.000	.01
24b	.530	.000	.01

Como puede observarse, en la mayoría de los casos se presenta una relación que indica que las categorías de mayor complejidad en trayecto (modelos) y transformación (niveles), se asocian con los rangos de mayor edad.

3.7.9 *Discusión.*

En la introducción de este estudio hicimos notar diferentes conclusiones a las que han llegado algunos investigadores (Carey, 1985) en el análisis de las ideas que tienen los niños y los adolescentes acerca del funcionamiento corporal. Principalmente, las afirmaciones de que antes de los 10 años de edad, (1) las explicaciones tempranas sobre las funciones fisiológicas se dan en términos de actividades e intenciones humanas y, por ende, funciones orgánicas tales como comer, respirar y dormir son concebidas como actividades organizadas socialmente y, (2) en el caso del funcionamiento del aparato digestivo, los niños sólo conocen la relación de entrada y salida de los alimentos pero carecen de un modelo que medie esas relaciones.

En cuanto a la primera de las afirmaciones, nuestros datos parecen apuntar en dirección de que los sujetos, incluso los de 6 años, son capaces de diferenciar entre "bueno para comer" y "bueno para el organismo" y, al mismo tiempo, no se observan indicios de que la ingesta del alimento tienda a implicar "actividades o

intenciones humanas" (véase el apartado 3.7.3.2, Tablas 4-7). Es decir, contrario a las afirmaciones de Carey (1985) y de Birch *et al.* (1999), los sujetos de este estudio parecen utilizar justificaciones de corte biológico (no sociales) para tipificar los alimentos, en otras palabras, atienden a las consecuencias que los alimentos tienen para con el organismo (crecer, mantener la salud, etc.). Así, el uso de "bueno para comer" alcanza menos del 10% de los casos tanto en 10a como en 10b (véase la Tabla 10), mientras que responder con base en los componentes de los alimentos alcanza el 53.2% y 66.0%, respectivamente y, sumado con "bueno para el organismo", llegan a 74.5% (para 10a) y 85.1% (para 10b). En resumen, no hay indicios de que los sujetos "proyecten" un concepto social en uno biológico (véase Capítulo 2, apartado 2.5), más bien, tienden a diferenciar, incluso los niños de 6 años de edad, entre "comer" como una actividad "social" (por ejemplo, las maneras de mesa, comer ciertos alimentos en ciertas horas del día, comerse la sopa es ser buen niño, etc.), de la ingesta de alimentos y su papel en las funciones corporales (por ejemplo, comer sirve para crecer, mantener la salud, vivir, etc.). No obstante, debe tomarse con cuidado esta aseveración, en sentido estricto, su corroboración tendría que ser motivo de una investigación específica.

Por otra parte, algunas de las respuestas parecen indicar que los sujetos le atribuyen un "poder o energía vital" a los alimentos (Inagaki y Hatano, 1996; 1999; 2002). Una parte de los sujetos del GIV llega a utilizar el vocablo "energía" (véanse algunos de los resultados del Estudio 2 y los ejemplos dados en el apartado 3.6.4, los cuales parecen ir en el mismo sentido) para explicar el producto resultante del proceso digestivo; por ejemplo:

1. (Sujeto 38) *Se transformó en energía después de que llega a las células;*
2. (Sujeto 42) *Se transforma en energía;*
3. (Sujeto 45) *Libera energía;*
4. (Sujeto 46) *Se convierte en moléculas de energía y, por medio de ello, nos proporciona energía.*

En los ejemplos 1, 2 y 4, parece estar implicada la idea de que la transformación (alimento ? energía) es promovida por el organismo. Mientras que el ejemplo 3 da a entender que es el monto de "energía" contenido en el alimento con anterioridad a su ingesta y que es "asimilado" por el organismo. Si esto es así, en los casos 1, 2 y 4 el organismo sería un ente activo cuyo funcionamiento produce las transformaciones necesarias para su subsistencia y/o actividad; mientras que en el ejemplo 3 no parecen existir ese tipo de consideraciones. Por otra parte, esta noción es mencionada, exclusivamente, por los sujetos del GIV (Estudio 3), antes de esas edades, dicha idea está prácticamente ausente. No obstante, en otros casos (véase Estudio 2), en sujetos de menor edad, ese conjunto de ideas parece manifestarse de la misma manera. En un caso (Josué, 9;03, GII, 9), el cuerpo *quema* los alimentos y los vuelve energía, es decir, el organismo es un ente activo; mientras que en otro, (Daniela, 12;06, GIII, 10), el alimento nos da energía simplemente porque "la comida es nutritiva", es decir, el organismo recibe el monto de "energía" contenido en los alimentos; en tal caso, el organismo podría ser considerado como pasivo. Con todo, ambas concepciones parecen implicar (como ya lo expresamos en el apartado 3.6.4 de este mismo capítulo) que el "poder vital" adherido a los alimentos apoya la función "fuerza/energía".

De manera específica, casi todos los sujetos del Estudio 2 consideran que un futbolista, por la actividad que lleva a cabo, necesita de una mayor ingesta de alimento en comparación con un oficinista. En tal caso, el futbolista es elegido el 83.33% de las veces, mientras que el oficinista lo es sólo el 16.66%. En el argumento subyace; creemos, la idea de que una mayor cantidad de alimento se torna necesaria cuando una persona lleva a cabo una cuota considerable de actividad. Por tanto, el alimento apoya la función **fuerza/energía** en el futbolista (72.22%) más que en el oficinista. Es decir, los sujetos suponen que aquellas actividades que ostensiblemente conllevan un mayor trabajo o gasto de energía, requieren de una mayor ingesta de comida, presumiblemente, porque ésta otorga la "energía" necesaria para cubrir el gasto realizado. Por ejemplo, en el Estudio 2 (véase Tabla 7) los sujetos responden que la comida apoya más la actividad "jugar" (89.89%) que la actividad "dormir" (22.22%). Sí para los sujetos, incluso para los de 6 años, las actividades realizadas por un organismo tienen como

resultado cierto "gasto-de-energía", de alguna manera se hace necesario que se recupere o restablezca el monto perdido. Entonces, parece lógico suponer que la "energía" perdida deba ser renovada cada cierto tiempo mediante la ingesta de alimento. En algunos casos, porque el organismo *transforma* el alimento en energía, mientras que en otros, porque simplemente *asimila* la energía contenida en los alimentos. Con todo, en ambos casos, los sujetos sostienen que los alimentos apoyan las funciones que lleva a cabo el organismo, aunque, de acuerdo con sus justificaciones, no todos los alimentos poseen el mismo "poder". El conjunto de datos obtenidos en nuestros estudios son acordes con los reportados por Inagaki y Hatano (1999); es decir, para los niños los alimentos que son considerados buenos para la salud (vegetales), contienen un mayor poder vital que aquellos que no son saludables (pasteles o dulces).

De la misma manera, los participantes en nuestro Estudio (3) organizan el conjunto de los alimentos en dos grupos (véanse los apartados 3.7.3.1 y 3.7.3.2 en este mismo capítulo), cada uno de ellos con distintas consecuencias para el organismo: "nutritivos" y "chatarra". Dentro de los designados como "nutritivos" (véase Tabla 1, Estudio 3), 41 sujetos (87.23%) nominan una fruta (plátano, naranja, manzana) o un alimento de origen animal (pescado, leche, huevo); 35 de ellos (74.46%) mencionan alguna verdura (zanahoria, jitomate, espinaca) y 18 (38.29%) refieren cereales (arroz, trigo). En este sentido, por lo menos para la muestra estudiada, los alimentos considerados nutritivos caen dentro de tres conjuntos verduras, frutas y carne. Mientras que como alimentos considerados "chatarra", los sujetos nominan golosinas (dulces, chocolates, etc.) el 93.61% (44 sujetos); frituras (papas sabritas, doritos, etc.) el 89.36% (42 sujetos) y comida rápida (pizza, hamburguesa, etc.) el 68.08% (32 sujetos). Esta tendencia, asimismo, se presenta en la manera en la cual clasifican los alimentos representados en ocho fotografías (apartado 3.7.3.1); en esta tarea, el 100% de los sujetos considera arroz, manzana, pescado y verduras como alimentos nutritivos, mientras que malvaviscos, gansito, papas sabritas y pelón-pelo-rico son tipificados como alimentos chatarra. Es decir, por lo menos desde los 6 años, los sujetos nominan y clasifican los alimentos en nutritivos y chatarra.

Más importante aún (Tablas 6 y 7, apartado 3.7.3.2 y Tabla 10, apartado 3.7.6.1), los alimentos son considerados, en una gran proporción, como buenos o malos para el organismo, o buenos o malos por sus componentes. *Grosso modo*, esto quizá indica que el alimento (y, posiblemente, de manera concomitante el acto de comer) es visto y relacionado con funciones biológicas, no sociales ni psicológicas. Sin embargo, faltaría revisar si el conocimiento que tienen los sujetos de mayor edad (GIII y GIV) de los componentes de los alimentos (mayor que el que poseen los sujetos de los dos primeros grupos) está relacionado con un mayor conocimiento de los elementos que componen el aparato digestivo y del proceso que éste lleva a cabo (véase Figura 2). O bien, si ambos conocimientos no sólo son independientes sino que siguen caminos diferentes en su desarrollo.

En cuanto a la segunda de las afirmaciones, existen dos indicadores que apuntan en direcciones diferentes, por tanto, parece difícil, con los datos presentados, reafirmarla o negarla. Los hallazgos que hemos mostrado sugieren que para la mayoría de los sujetos de 6 años, por ejemplo, el trayecto que sigue el alimento en el cuerpo tiene como punto de llegada el estómago (en cuanto a los sujetos de 9 años, sólo el 33.3% de ellos introduce conexiones entre el estómago y el intestino). Ello indica, por supuesto, que el conocimiento factual que poseen estos sujetos respecto de la anatomía del aparato digestivo es mínimo (por ejemplo, es notorio que para la mayoría de los sujetos de la muestra total, el estómago es el órgano principal del aparato digestivo). Pero, por el otro, el hecho de que lleguen a considerar transformaciones de corte mecánico (nivel 2) y de dilución (nivel 4) en ese órgano tal vez indique que tanto los sujetos de GI como de GII comienzan a concebir "mediadores" entre la entrada y la salida (ver las Tablas 15 y 18). En este sentido, dichas concepciones parecen ir perfilando una mejor comprensión del proceso digestivo. Con todo, aun y cuando los sujetos tienden a suponer una transformación de los alimentos en el proceso, ésta parece ser ubicada como un cambio de sólido a líquido y no una transformación de sustancias, de tal forma, la digestión es concebida como un cambio en el tamaño del alimento.

Por otra parte, algunas de las conclusiones esbozadas en el párrafo anterior exigen dar respuesta a la afirmación de Au y Romo (1999) acerca de que mucha

de la investigación sobre la comprensión que tienen los niños de los fenómenos biológicos se ha enfocado sobre los procesos, las relaciones entrada-salida y los agentes causales ("fuerza vital", etc.), más que en los dispositivos o mecanismos causales en sí. En los estudios que hemos presentado algunas cuestiones parecen imponerse. Primero, ninguno de los sujetos estudiados sostuvo conceptos o argumentos ligados al dominio psicológico, ni utilizaron explicaciones que pudieran dar a entender el levantamiento de "intencionalidad de órgano". Segundo, son mínimas las apelaciones a una "teoría de la vida" en el sentido de Jaakkola y Slaughter (2002) para explicar la función de órgano. Tercero, el alimento es primordialmente definido en términos que implican su relación con el organismo y no con base en un patrón social de alimentación. Este conjunto de cuestiones, aunque no de manera definitiva, tiende a reconsiderar la cualificación que se ha intentado hacer del conocimiento biológico de los niños (por ejemplo, catalogarlo como vitalista), sin embargo, algunos de los argumentos utilizados por nuestros sujetos respecto de la transformación de los alimentos tienen un cierto sabor a la mecánica *naive* que Au y Romo (1999) suponen utilizan los niños para comprender mecanismos biológicos específicos. En tal caso, ¿ello implica que los niños, e incluso la mayoría de los adolescentes, hacen uso de explicaciones de la mecánica *naive* para dar cuenta del funcionamiento corporal? La respuesta a esta pregunta debe ser motivo de nuevas indagaciones.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES

4.1 *Introito.*

Para Piaget, el conocimiento biológico presenta la particularidad de que el objeto de la biología es el organismo vivo y, a diferencia de un objeto físico cualquiera, también es un sujeto de conocimiento que posee una sensibilidad, una capacidad de aprendizaje, instintos o inteligencia¹. Por ende, de acuerdo con este autor, es difícil para el estudioso de los fenómenos biológicos, es decir, para el biólogo, escapar a las influencias de sus creencias al interpretar los fenómenos vitales (Piaget, [1950] 1987). Por ejemplo, a lo largo de la historia de la biología las interpretaciones de los fenómenos biológicos han conformado tres grandes corrientes: (i) la vitalista-finalista (antirreduccionista) que subordina los fenómenos de nivel inferior a los de nivel superior (psicológico); (ii) la reduccionista, la cual reduce la biología a la físico-química y, (iii) la biología positiva tendente a englobar en los problemas biológicos las relaciones entre la vida orgánica y el comportamiento. De acuerdo con Piaget, la contraposición entre las corrientes vitalista-finalista y reduccionista-mecanicista, ha dificultado el desarrollo de la biología. Por un lado, los vitalistas apoyan la idea de que todo ser vivo está organizado en función de una finalidad; es decir, en los vitalistas

¹ De acuerdo con Piaget, el análisis epistemológico de las ciencias debe retomar, como punto de partida, el grado en que éstas recurren a la actividad del sujeto para aprehender su objeto de estudio (Piaget, [1967b] 1979). De este modo, para Piaget las matemáticas son esencialmente idealistas en el sentido de que su objeto de estudio (números complejos, ideales, racionales, etc.) ha sido construido por el sujeto basándose, casi exclusivamente, en la deducción y en la creación teórica; es decir, el conocimiento matemático parecería ser independiente de la experiencia directa del sujeto. En contraste, la biología es realista, en virtud de que su objeto de estudio (los seres vivos) no es un constructo teórico elaborado por el sujeto. En tal caso, la biología ve reducido su poder deductivo dado que necesita constantemente de la experiencia directa: taxonomías animales o vegetales, etc. (Piaget, [1950] 1987). Ambas ciencias constituyen, por tanto, polos opuestos; por un lado la deducción matemática y, por el otro, la experimentación biológica. Entre estos dos polos se encuentran la física y la psicología, en las cuales se complementan tanto la deducción como la experimentación. Un análisis de esta naturaleza da como resultado un *orden cíclico* de las ciencias en vez de una serie rectilínea, es decir, un "círculo de las ciencias" (Piaget, [1957] 1970 y [1967b] 1979).

existe la tendencia a introducir causas finales, estructuras antropomórficas o "fuerza" en sus explicaciones. Por el otro, los reduccionistas pretenden eliminar toda idea de finalidad por intermedio de una explicación de los fenómenos vitales a partir de leyes físico-químicas. De este hecho deriva, según Piaget ([1950] 1987), una dependencia de la biología respecto de la física y la química en las explicaciones que propone. Y, específicamente, dicha dependencia ha sido considerada como uno de los principales problemas que enfrenta la biología en el terreno de su propia epistemología ya que la investigación realizada se ha limitado a clasificar, describir y explicar estructuras y procesos de los seres vivos sin llegar a determinar el *status* propio de lo vivo.

Sin embargo, si bien no se ha resuelto la problemática de dicho *status*, existen modelos para la explicación de la fenomenología de lo viviente en los cuales puede apreciarse una tendencia hacia el interaccionismo (Piaget, [1967a] 1973). Aunque ello no significa que las posturas vitalista-finalista y reduccionista-mecanicista hayan sido abandonadas. El interaccionismo puede apreciarse en la *Teoría Sintética de la Evolución*, la cual rescata postulados fundamentales de la teoría de Darwin, por ejemplo, la selección natural. Otra manifestación del interaccionismo es la *cibernética*. De manera específica, para Piaget ([1974] 1979), los conceptos operatorios concebidos por la *cibernética* alimentan la discusión del problema biológico general al proponer una alternativa ante el reduccionismo y, con ello, lograr una liberación respecto de la física estudiando los fenómenos en términos de proceso.

4.2 Dos planteamientos sobre la tipificación del conocimiento biológico de los niños: la perspectiva piagetiana y el enfoque dominio-específico.

La reflexión llevada a cabo por Piaget en relación con el *status* que posee el conocimiento biológico implicó, asimismo, relegar el estudio del desarrollo de este tipo de conocimiento en los niños. En la presentación a la edición castellana de la *Introducción a la Epistemología Genética*, Ferreiro y García (1975) señalan: "cuando Piaget escribe el tomo I [El pensamiento matemático] de esta

Introducción, tiene ya suficientes datos experimentales sobre la génesis de las estructuras lógicas elementales que le permitan dar el sustento empírico genético a la posición adoptada (...) Para la misma época, el sustento empírico genético relativo al tomo II (*El pensamiento físico*) se reducía a la génesis de nociones de tiempo, movimiento y velocidad, a las nociones de conservación de peso y volumen y a datos obtenidos en sus primeras investigaciones sobre la causalidad física... Los últimos años de trabajo... permiten aportar la masa de datos experimentales relativos a la génesis psicológica que faltaban entonces... Finalmente, el tomo III [*El pensamiento biológico, psicológico y sociológico*] es producto de una reflexión sistemática sobre la biología... Esta reflexión está guiada por el método histórico-crítico pero no es completada por ninguno de los otros dos métodos. En particular, tanto en el momento de escribir su *Introducción* [1950] como en el presente, no hay datos experimentales que permitan sustentar una epistemología de la biología..." (p. 22). La "reflexión sistemática sobre la biología" fue continuada en *Biología y Conocimiento* ([1967a] 1973), pero siguió siendo resultado del método histórico-crítico. Es significativo, además, que en una de sus últimas obras: *Psicogénesis e Historia de la Ciencia* (Piaget y García, [1980] 1982), Piaget vuelva a abordar la construcción del pensamiento matemático y del pensamiento físico, preteriendo la psicogénesis del pensamiento biológico.

En 1957, cuando Piaget escribe el primer volumen de los *Étude de Epistémologie Génétique* (Epistémologie et recherche psychologique. Publicado en español con el título de *Psicología, lógica y comunicación*, Piaget, [1957] 1970), plantea la posibilidad de investigar una noción biológica desde el punto de vista psicogenético: "... sólo con cierta condescendencia podríamos hablar de una biología del sentido común o del pensamiento infantil, pues en este campo no encontramos sino ciertas nociones esencialmente animistas, que no sólo no han favorecido sino que probablemente han entorpecido los comienzos de la investigación biológica científica.

“Sin embargo, existe una noción de origen que es específicamente infantil (...) que es aplicada por el niño, por el enjuiciamiento de *sentido común* y también por ciertas formas elevadas del pensamiento precientífico... es la noción de finalidad...” (pp. 95-96).

En el niño, la idea de finalidad se encuentra en los “por qué” y en las “definiciones por el uso” que utiliza abundantemente entre los 3 o 4 años. Con base en esta idea, para los niños todo en la naturaleza presenta una finalidad: “el niño de cuatro a siete años no sabe definir los conceptos que emplea y se limita a designar los objetos correspondientes o a definir por el uso (‘es para...’), bajo la doble influencia del finalismo y de la dificultad de justificación” (Piaget, [1964] 1981), p. 49). A este fenómeno, Piaget ([1957] 1970, pp. 103-104), siguiendo a Binet, le llama “finalismo integral”. Y dado que dicho fenómeno parece estar ligado tanto con la toma de conciencia como con el egocentrismo, el “finalismo” tiende a disminuir conforme surge la *toma de conciencia* y desaparece en el nivel de las operaciones concretas o formales; en otras palabras, el *finalismo integral* está unido a una inadecuada toma de conciencia². En cuanto al *egocentrismo*, “la idea de finalidad nace directamente en un contexto de indiferenciación o de no-disociación entre lo psíquico y lo físico o entre lo subjetivo y lo objetivo. El finalismo integral... va unido, en efecto, a muchos aspectos de esta indiferenciación, tales como el animismo (no-disociación entre lo viviente y lo inorgánico o entre lo consciente y lo que no es); el artificialismo (no-disociación entre la fabricación humana y las secuencias independientes del hombre); la causalidad moral (no-disociación entre la ley y la obligación moral), etc.” (Piaget, ([1957] 1970, pp. 104-105). En resumen, podría decirse que el niño, a los 3-4 años, calca el mundo que le rodea sobre el modelo del “yo”.

Efecto de una falla en la diferenciación entre lo vivo y lo no-vivo, el pensamiento animista del niño le lleva a concebir todas las cosas como vivas y dotadas de

² Es en el mantenimiento o modificación de los esquemas en donde se produce la toma de conciencia. Por tanto, la toma de conciencia implica que los esquemas de acción son transformados en conceptos. En este sentido, el mecanismo de la toma de conciencia es, para Piaget, un proceso de conceptualización que *reconstruye* en el plano semiótico lo que ya se había adquirido en el plano de acción.

intenciones. "Es vivo, al principio, todo objeto que ejerce una actividad, siendo ésta esencialmente relativa a la utilidad para el hombre... Más tarde, está reservada a los móviles y, por último, a los cuerpos que parecen moverse por sí mismos como los astros y el viento" (Piaget, [1964] 1981, p. 44). Dicha tendencia marca, una vez más, la proyección de las actividades internas, propias del sujeto, sobre los fenómenos externos. Este proceso está marcado, de acuerdo con Piaget, por la indiferenciación entre lo subjetivo y lo objetivo, no por una primacía de la realidad psíquica sobre la realidad física. El carácter predominantemente finalista del pensamiento del niño de 3 o 4 años, tiende a desaparecer, como ya fue señalado con antelación, por dos causas estrechamente ligadas: 1) la toma de conciencia que lleva al sujeto a lograr desligar la intencionalidad de sus acciones de los efectos que éstas producen en los objetos y, 2) la descentración que permite al sujeto considerar los puntos de vista de otros y coordinar diferentes acciones u operaciones.

De acuerdo con el conjunto de argumentos anteriormente esbozados, desde la óptica piagetiana existen dos razones que parecen negar la posibilidad de estudiar el desarrollo del conocimiento biológico de los niños: por un lado, el carácter animista de su pensamiento y, por el otro, la tendencia a explicar el mundo circundante de manera "finalista". No obstante, en nuestra opinión, dichas características no anulan la pertinencia de estudiar las nociones de los niños sobre el mundo biológico. En primer lugar, porque los argumentos esgrimidos por Piaget no aportan la evidencia necesaria que sostenga que la tendencia finalista de los niños pequeños les impida (o, de la misma manera, les posibilite) acceder al conocimiento de los objetos vivos. En segundo lugar, es discutible que cualquier "acción" realizada por un animal o el movimiento fortuito de un objeto sea considerada por parte de los niños como el producto de una misma intención consciente; discutible, porque ello daría como resultado que objetos vivos y no-vivos fueran considerados como pertenecientes a una misma categoría (seres vivos). Adicionalmente, dado que "movimiento" se torna en el rasgo saliente para justificar que un objeto posee vida, entonces, todos los objetos que posean tal característica serían similares en la mente de los niños. En

conclusión, Piaget no sólo anula la disposición de los objetos en el mundo sino, a la vez, la posibilidad de que los niños restrinjan sus inducciones sobre los objetos. Como lo mencionan Hirschfeld y Gelman (1994), independientemente de que las restricciones sean innatas o adquiridas, probabilísticas o absolutas, dominio-específicas o dominio-generales, si no existieran restricciones, la inducción llevaría sólo en raras ocasiones a conocimientos con sentido.

Por otra parte, si bien puede sostenerse que el pensamiento animista del niño induce una falla en la diferenciación entre lo vivo y lo no-vivo, y eso mismo lo lleva a concebir como vivos y dotados de intenciones todo objeto que se mueve (aunque más tarde, a una cierta edad, logre diferenciar entre el movimiento espontáneo de los objetos y el movimiento inducido a los objetos), en sentido estricto, el movimiento, al igual que la intención, son sólo algunas características del fenómeno global que constituye "lo vivo" (Delval, 1975) y, más importante aún, no serían características definitorias de las entidades biológicas (véase Gelman 1989).

A contracorriente de las opiniones vertidas por Piaget ([1964] 1981), algunas investigaciones abordaron el desarrollo del conocimiento biológico en los niños desde una perspectiva psicogenética, ya fueran nociones anatómico-fisiológicas (Munari *et al.*, 1976; Crider, 1981; Glaun y Rosenthal, 1987), enfermedad (Perrin y Gerrity, 1981; Perrin *et al.*, 1991) o nociones sobre los alimentos (Contento, 1981). Congruentes con el marco seguido por estas investigaciones, los resultados son interpretados con base en el período de desarrollo que atraviesan los sujetos, es decir, como reflejo de la estructura cognitiva que poseen. Así, los cambios son vistos como cambios de lo perceptual a lo conceptual, de la centración a la descentración, de lo interno a lo externo o de lo indiferenciado a lo diferenciado. En una palabra, como un cambio que va del pensamiento animista (o bien pre-operacional) al nivel de las operaciones concretas. Es decir, de alguna u otra manera, esos trabajos sostienen que el razonamiento causal de los preescolares está caracterizado por dos creencias relacionadas: el animismo (la creencia de que todo está vivo) y el finalismo (la creencia de que todo actúa

directamente hacia un objetivo). Sin embargo, para autores como Keil (1992, 1994), existe evidencia que muestra que los preescolares no son ni animistas ni finalistas, dado que consideran que únicamente los seres vivos (animales y plantas) comparten propiedades biológicas y pueden actuar hacia objetivos de beneficio propio; esto es, se comprometen con una postura teleológica (teleological stance). Mientras que para otros, como Kelemen (1999a), los niños pequeños poseen muchas formas de analizar el mundo. Adoptan por ejemplo, a los tres meses de edad, posturas físicas (physical stance) o, entre los 9 y los 12 meses, posturas intencionales (intentional stance), y ya en la época preescolar, los niños también adoptan una postura esencialista (essentialist stance) y muestran un sesgo en la visión de que los objetos naturales poseen una *propiedad central* que determina su apariencia, identidad y la membresía en su categoría. Esto ha dado pie para afirmar la posibilidad de que una tendencia esencialista esté presente en el desarrollo posterior de una teoría de la biología naïve (Springer y Keil, 1989)

Podría argumentarse que aun y cuando los niños no evidencien la posesión de una teoría, de acuerdo con Simons y Keil (1995), tampoco puede suponerse que ignoren por completo ciertos aspectos de los fenómenos biológicos. Para estos autores, la formación del dominio biológico implica un cambio de lo abstracto a lo concreto, es decir, de las pocas experiencias que tienen los niños con fenómenos biológicos se producen abstracciones de alto orden; esto es, abstracciones adquiridas sin una instrucción formal que constituyen el marco dominante en las explicaciones de propiedades biológicas no observables. Dichas abstracciones, a su vez, permiten organizar el conocimiento concreto, aun y cuando los niños no comprendan claramente la información significativa de los fenómenos biológicos y sus mecanismos. En otras palabras, debe diferenciarse entre la carencia del conocimiento de un mecanismo en particular y no tener un sistema de comprensión de los fenómenos biológicos. Así, según Simons y Keil (1995), antes de aprender acerca de los mecanismos específicos de algún proceso biológico, los niños podrían tener alguna idea sobre las propiedades causales más generales del dominio, por ejemplo, que los organismos y sistemas biológicos tienen roles

funcionales particulares diferentes de las relaciones funcionales de otras entidades, por ejemplo, de los artefactos.

Si el conjunto de funciones que llevan a cabo los sistemas biológicos no es organizado a partir de una característica como el "movimiento" ni es tratado con base en una postura "intencional", entonces, posiblemente los niños pequeños organicen el mundo biológico de acuerdo con otra postura. En este sentido, Inagaki y Hatano (1993, 1996, 1999, 2002) señalan que los niños pequeños utilizan una causalidad vitalista (una forma intermedia situada entre la causalidad mecanicista y la intencional) para explicar algunos fenómenos biológicos mediante la transmisión o intercambio del "poder o energía vital" (sustancia inespecífica, energía o información) contenido principalmente en la comida. Esta idea probablemente deriva de la personificación, es decir, las explicaciones que ésta proporciona se basan en la consideración del órgano en cuestión como una cosa viva, similar al humano. Sin embargo, estas autoras puntualizan que ello no implica la utilización de la causalidad intencional; a saber, es el "órgano" quien produce o induce el fenómeno independientemente de la intención de la persona que lo posee. Pero, si bien en un inicio la transmisión de energía en un organismo proviene de las sustancias, energía o información que se introducen en él, de acuerdo con Siegal (2002), este tipo de explicación desaparece cuando el mecanismo causal es definido. Es decir, un aumento en el conocimiento factual de los mecanismos que operan en los fenómenos biológicos posibilita un cambio de "teoría" (cambio conceptual) o bien el enriquecimiento de la "teoría" anterior (vitalista). No obstante, lo importante en ambos casos es que los sujetos, incluso los niños de 3 y 4 años de edad, atienden al dominio distintivo de la biología apoyados por un marco explicatorio que guía sus expectativas y les permite organizar información concreta del dominio; por ejemplo, distinguir entre cosas vivas y no vivas y suponer diferentes clases de mecanismos que operan en estos dos tipos de objetos así como tratar a las plantas y a los animales en términos de clases de propiedades que son centrales a su naturaleza. Por ende, puede sugerirse que los niños poseen una biología autónoma así como una buena comprensión de los fenómenos biológicos, aun y

cuando desconozcan los mecanismos precisos que operan en ellos de manera puntual.

4.3 *Los conceptos biológicos organizados en teorías.*

En el Capítulo I indicamos que el simple registro de rasgos, o atributos, no es capaz de dar cuenta de cómo se conforma una categoría (por ejemplo, si únicamente tomáramos en cuenta los atributos físicos, veríamos que existen más elementos disímiles que rasgos comunes entre una lombriz y una ballena). De acuerdo con Murphy y Medin ([1985] 1999), el estudio de la formación de conceptos basado exclusivamente en la similaridad muestra ser insuficiente, primero, porque considera que la categorización se basa únicamente en la igualación de atributos y, segundo, porque concibe la formación de conceptos como resultado de la suma de sus componentes constitutivos. Una aproximación diferente, de acuerdo con estos autores, conlleva suponer que las teorías que sostienen los niños encarnan un conocimiento conceptual en el cual se fundamentan para interpretar y explicar las entidades y fenómenos del mundo circundante y, además, que su organización conceptual puede ser explicitada analizando esas teorías.

En algunos casos se ha supuesto que la similaridad perceptual, como una ponderación de los rasgos o atributos externos, pudiera ser la base para generar proyecciones, por ejemplo, acerca de la naturaleza "interna" de las entidades biológicas. Así, de acuerdo con Carey (1985), los niños antes de los 10 años atribuyen propiedades no observables con base en el grado de similaridad entre un animal y el ser humano, es decir, los niños aplican un "modelo-basado-en-lo-humano" para dar cuenta de la organización y funcionamiento del interior de los animales. Sin embargo, para Inagaki y Hatano (1993, 1996, 1999, 2002), la similaridad sólo es utilizada por los niños como un sesgo (por ejemplo, la "personificación"), dado que en gran medida dependen de un sistema explicatorio de corte vitalista para razonar acerca de lo biológico y sólo de las cosas biológicas. En el mismo sentido, existe evidencia (Gelman *et al.*, 1994) de que los niños en

edad preescolar son capaces de inferir con precisión la existencia de propiedades internas basados en la información de categorías y no solamente en la similaridad perceptual.

En las aproximaciones basadas en la similaridad, se encuentra la idea de un pasaje que va de lo perceptual a lo conceptual, es decir, un cambio en la comprensión de los fenómenos biológicos que va de lo concreto a lo abstracto. Por ejemplo, según Carey (1985), los niños inicialmente apoyan sus inducciones en la similaridad perceptual y sólo después forman una representación abstracta del sistema biológico integrado. De acuerdo con esta autora, un marco explicatorio biológico requiere conocimiento factual acerca de los órganos específicos y de sus funciones; pero una vez que los niños han adquirido esta información, ellos pueden formar más de un sistema explicatorio abstracto y hacer predicciones acerca de las propiedades no visibles. Esto contrasta con las afirmaciones de Gelman *et al.*, (1994), quien supone que si bien los niños no comprenden del todo las funciones de los órganos internos, sí son capaces de utilizar información proveniente de las categorías biológicas abandonando la similaridad perceptual. En resumen, mientras que para Carey (1985) los niños carecen de un conocimiento de las partes internas y, por ende, no tienen un marco explicatorio abstracto, específico de la biología, los resultados de Gelman *et al.*, (1994) indican que los niños son capaces de hacer inferencias basadas en categorías abstractas y, por tanto, van más allá de la similaridad perceptual en sus explicaciones.

De manera más precisa, aunque las primeras experiencias del niño con objetos animados e inanimados son netamente perceptuales, ellos pueden ser capaces de formar expectativas abstractas que sólo posteriormente podrán ser completadas con los detalles concretos (Simons y Keil, 1995). En otras palabras, pueden tener creencias abstractas acerca de la clase de mecanismos que operan en las cosas vivas y diferenciarlos de otras entidades, por ejemplo, de los artefactos. Con todo, aunque puedan tener una expectativa abstracta de que los animales poseen alguna clase de arquitectura funcional que les permite moverse, ello no implica que posean un conocimiento concreto de las partes responsables de dicho

movimiento. Sólo eventualmente los niños aprenden algunos detalles concretos del sistema, es decir, de las partes que subyacen a dicha arquitectura. En conclusión, los niños tienen expectativas abstractas, específicamente biológicas, antes de tener algún conocimiento de los detalles del sistema. Por tanto, podría decirse que el conocimiento de los niños acerca de los fenómenos biológicos está, desde muy temprana edad (por lo menos desde los 3-4 años), organizado en marcos explicatorios semejantes a las teorías.

4.3.1 *El conocimiento de las partes internas del cuerpo humano.*

Para algunos autores como Glaun y Rosenthal (1987), los niños de 5 años (preoperacionales) no sólo perciben el cuerpo de una manera global e indiferenciada, confundiendo partes internas y externas, sino que están amarrados a la percepción. Por tanto, los elementos que son fácilmente percibidos o experimentados predominan, verbigracia, los huesos que ellos pueden sentir o la sangre que pueden observar cuando se hieren. Tal vez por esta misma razón, Glaun y Rosenthal señalan que el corazón es el único órgano conocido por un tercio del grupo de los niños de 5 años. En la misma dirección, para Murari *et al.*, (1976), un órgano que pueda ser percibido, experimentado y conocido tiene una mayor probabilidad de ser referido. Sin embargo, en su estudio, a diferencia de los datos obtenidos por Glaun y Rosenthal (1987), los huesos están prácticamente ausentes. Entonces, ¿a qué se debe que un determinado órgano sea o no reportado? Creemos que el hecho de que un órgano sea percibido y/o experimentado no implica necesariamente que se integre a la "geografía" del cuerpo que elabora el niño. Por ejemplo, la experiencia de "respirar" no genera por sí misma conocimiento acerca del órgano "pulmones". Un tercio de los sujetos estudiados por Nagy (1953) dicen que el aire va al interior del cuerpo, pero es indistinto el lugar al cual ingresa: pulmones, pecho, corazón o estómago. Además, para esos niños, respirar se reduce al simple hecho de inhalar y exhalar sin llegar a considerar la distribución del aire por todo el cuerpo. En nuestra opinión, además de las ideas acerca del interior del cuerpo que el niño sostenga, también es importante cierto suministro de información acerca de ese órgano que

le posibilite relacionarlo con otros órganos, le ayude a inferir algunos detalles de su estructura y función, en suma, le permita adicionar algo a, o reestructurar su conocimiento factual. Es decir, el acceso a la información coadyuva a elaborar nuevas ideas acerca de los fenómenos biológicos (Springer, 1999).

Es verdad que algunas experiencias podrían proporcionarles a los sujetos un mayor conocimiento acerca de los procesos orgánicos. Por ejemplo, Turner (1997) encontró que fueron pocos los niños de entre los 5 y los 12 años de edad, que pudieron proveer explicaciones de las funciones de nutrientes específicos en el organismo. En contraste, algunos niños con requerimientos dietéticos especiales, como aquellos que padecían diabetes, estaban mejor informados sobre los nutrientes y eran más conscientes de las restricciones que gobernaban su elección. Sin embargo, en general, las explicaciones más detalladas fueron dadas por los niños de mayor edad, independientemente de si padecían una enfermedad o no. De manera similar, Perrin *et al.* (1991) partieron del supuesto de que los conceptos acerca de la enfermedad y el funcionamiento del organismo son más sofisticados en niños que padecen una enfermedad crónica que en niños sanos de la misma edad. En sentido estricto, esta aseveración ejemplifica la manera en la cual se piensa que los hechos accesibles a la experiencia apoyan la construcción del conocimiento afectado por dicha experiencia; por ejemplo, que los niños previamente hospitalizados tienen un conocimiento más sofisticado acerca de la causalidad de la enfermedad que sus pares que nunca lo han sido. No obstante, los resultados de Perrin *et al.* (1991) muestran que los conceptos acerca de la enfermedad son marcadamente similares en cuanto a su complejidad, independientemente de si los niños padecen una enfermedad o no. En los casos en los cuales se observó que la experiencia relacionada con la enfermedad apoyaba, entre los niños con una enfermedad crónica, una mejor comprensión, ésta sólo se relacionaba con su enfermedad específica; es decir, no conducía a la generalización de ese conocimiento hacia la comprensión de la causalidad de la enfermedad en general. Por su parte, en cuanto a las concepciones de los niños acerca del funcionamiento del organismo, Perrin *et al.* (1991) observaron que los niños con enfermedad crónica obtienen esencialmente el mismo puntaje que los

niños sanos. En otras palabras, no hay evidencia clara de que las experiencias sufridas por los sujetos marquen una diferencia, en cuanto al gradiente de conocimiento, respecto de aquellos que no las hayan tenido. En vez de esto, se ha observado que las explicaciones más complejas y detalladas son realizadas por los sujetos de mayor edad (Turner, 1997); o bien, que una mayor calidad en las respuestas de los sujetos se encuentra relacionada con su nivel de razonamiento que con las experiencias hospitalarias que hayan tenido (Perrin *et al.*, 1991).

No obstante, si bien puede encontrarse que el nivel de conocimiento biológico se relaciona con la edad o el nivel de razonamiento de los niños, ello no da cuenta de las ideas o "teorías" con las cuales comprenden e interpretan los fenómenos biológicos. Por ejemplo, si aceptamos, como lo sostiene Carey (1985), que la inducción realizada por los niños no está basada sobre principios o categorías biológicas sino más bien en la similaridad conductual con los humanos, debe considerarse que esas inducciones son ya resultado de las categorías que utilizan los sujetos para organizar los objetos del mundo, es decir, indican las fronteras entre los dominios; primero, discriminando artefactos de animales y, segundo, no generalizando las partes de los animales a objetos inanimados. Así, aunque proyecten partes internas a los animales más similares al ser humano, lo importante es que esas proyecciones se restringen a los seres vivos. En este sentido, podría decirse que los niños hacen uso de una categoría para ordenar las entidades pertenecientes a esa, y sólo a esa, categoría. Por tanto, aunque los niños no conozcan puntual y concretamente las partes internas de los animales serán capaces de suponerlas también en otras entidades que se encuentran dentro de la categoría. Este hecho confirma la afirmación de Keil (1994) de que los niños entreven una organización diferente para los interiores de los animales y los de los seres inanimados o los artefactos; a saber, suponen para los animales partes heterogéneas ordenadas de un modo no aleatorio que evidencian una arquitectura funcional interna (principalmente, de autoservicio). Si esto es correcto, entonces tal vez el conocimiento de los niños acerca del interior del cuerpo comienza por establecer una diferencia entre categorías con anterioridad, volvemos a repetir, a saber los detalles concretos de los interiores.

Ahora bien, si el conocimiento acerca del interior del cuerpo no deviene de la simple percepción/experiencia, podría darse la eventualidad de que su fuente se encuentre en la transmisión social de cualquier índole: padres, libros, televisión, escuela, etc. El que una buena parte de ese conocimiento se adquiriera a través de la información proporcionada socialmente, está dado por el hecho de que no existe posibilidad alguna, sin ese abastecimiento social, de que los niños puedan inferir por ellos mismos la nominación, localización o función de las partes que componen el cuerpo humano. No obstante, también es cierto que la información que ellos reciben es sumamente restringida, por ejemplo, de todos los componentes del organismo, sólo unos pocos de ellos son considerados (corazón, cerebro, huesos, estómago) y, de manera sustancial, tratados como entidades independientes; es decir, se menciona el estómago pero no el aparato digestivo. Asimismo, la transmisión de información resalta únicamente relaciones de entrada-salida: "come para que crezcas"; "come para que no te enfermes", etc. Con todo, dado que la cantidad y calidad de la información varía de acuerdo con lo que una determinada sociedad considera pertinente enseñar, sería esperable encontrar cierta diferencia entre las respuestas de niños de la misma edad pero educados en medios sociales diferentes. Sin embargo, el grueso de la literatura que hemos revisado muestra solo leves diferencias. Más bien lo que se observa es cierta homogeneidad entre el conocimiento que poseen niños de las mismas edades, independientemente de que sean húngaros, ingleses o norteamericanos (Nagy, 1953), italianos (Amann-Gainotti, 1986) o franceses (Munari *et al.*, 1976).

Por otra parte, cuando a los niños pequeños (3-5 años de edad) se les dice "come para que crezcas", dicho enunciado no hace alusión a que la comida se quede o no dentro del cuerpo. Por tanto, tal vez muchas de las ideas de los niños no sean un producto directo del suministro social, sino resultado de las inferencias que ellos realizan y de la forma en la que comprenden la información que se les proporciona. Verbigracia, de acuerdo con Gellert (1962) los niños de 4 a 7 años de edad trazan "el camino" del alimento hacia la región abdominal (aunque no siempre hacia el estómago). Si bien esto puede deberse a que lo único que conocen es el tramo boca-estómago, lo importante es que tienden a considerar las

vicisitudes de la comida después de ser ingerida. Según Gellert, para los niños de este grupo de edad o bien la comida viaja alrededor del cuerpo y nunca es eliminada, o es expulsada directamente desde el tracto digestivo (vía el vomito) o sale después de recorrer todo el cuerpo. Mientras que arriba de los 11 años, el 67% de los niños establece que alguna parte de la comida permanece en el cuerpo mientras que el resto se elimina. De manera semejante, Texeira (2000; véase, asimismo, Nagy, 1953) encontró que estas ideas sobre el "destino" de la comida parecen seguir cierta secuencia de acuerdo con la edad; por ejemplo, una idea predominante en los niños de 4 años es que toda la comida ingerida permanece en el cuerpo mientras que para los niños de 6-8 años, todo el alimento es expulsado de él; por último, a los 10 años, consideran que una parte de la comida permanece en el cuerpo mientras que el resto sale. (En un estudio que hemos llevado a cabo recientemente con treinta niños de 3 a 4 años, encontramos que el 73.33% de ellos sostiene la idea de que toda la comida se queda dentro del cuerpo.)

Es difícil concebir que dicha secuencia sea el resultado de que los padres o los maestros, enseñan a los niños, en edades distintas, que la comida sigue caminos diferentes. En nuestra opinión, inicialmente los niños pequeños se ajustan a la idea de que los elementos que componen el organismo no están colocados de manera azarosa (Keil, 1994); ya pertrechados con esa idea, atienden a la información habilitada por los agentes sociales sobre la nominación, localización y función de algunos órganos y, a partir de ella, comienzan a construir una "geografía" del cuerpo; es decir, a colocar ciertos órganos en ciertos espacios, con independencia del número de órganos y de lo correcto o incorrecto de su localización. Posteriormente, cuando algunas sustancias son relacionadas con ciertos órganos, éstos empiezan a ser concebidos como "contenedores" de dichas sustancias (Crider, 1981). Por tanto, es coherente que los niños de 3-4 años consideren que todo el alimento que se ingiere se queda en el organismo, dado que, como lo sugiere Nagy (1953), para los niños el elemento principal del proceso digestivo es la asimilación (conservación) y no ven, como un proceso complementario, la eliminación de una parte del alimento. Este señalamiento

concuerta con los datos suministrados por Contento (1981) quien encontró que los niños pequeños de la etapa preoperacional creen que la comida va hacia el estómago y allí se queda. En suma, parece haber un acuerdo de que en un momento determinado del desarrollo, el estómago funciona como un contenedor del alimento ingerido.

La secuencia esbozada en el párrafo anterior también indica que no todo el conocimiento acerca de los procesos biológicos que implican al organismo se adquiere al mismo tiempo. Es decir, los niños pequeños son capaces de comprender ciertos procesos corporales pero no otros. A los 4-5 años muestran una buena comprensión de fenómenos como la alimentación y el crecimiento en términos de una teoría causal de la biología, pero no entienden todavía la complejidad de fenómenos como la herencia o el papel de los microbios en la enfermedad (Solomon y Cassimatis, 1999). Esto indica, principalmente, que el conocimiento que tienen los niños de los procesos corporales es, hasta cierto punto, incompleto. Por ejemplo, los juicios que sostienen los preescolares acerca de la enfermedad muestran que ellos no sólo no consideran los microbios en sus creencias acerca de la enfermedad, sino que tampoco toman en cuenta la relación entre éstos y la dinámica orgánica; y aun cuando lleguen a sostener alguna idea acerca de los gérmenes, ello no garantiza que tengan alguna comprensión sobre dicha dinámica. De acuerdo con Keil (1992), para los niños los gérmenes son solamente cuerpos extraños en el organismo de las personas pero que no interactúan con él. Una hipótesis que podría desprenderse de estas afirmaciones debería considerar que una buena comprensión del fenómeno "enfermedad" necesita del asidero de ciertas nociones acerca del funcionamiento corporal. Esto volvería inteligible el hecho de que las ideas más elaboradas y sofisticadas acerca de la enfermedad aparezcan tan tardíamente (Simeonsson *et al.*, 1979; Bibace y Walsh, 1980; Perrin y Gerrity, 1981; del Barrio, 1988). En síntesis, una comprensión adecuada de la enfermedad parece estar relacionada con el desarrollo de nociones fisiológicas más precisas y sofisticadas.

Asimismo, puede constatar que el monto de conocimiento que poseen los niños de los elementos que componen el interior del cuerpo es bastante variable; es decir, mientras que algunos órganos son bien conocidos otros son ignorados, en otras palabras, no forman parte de la "geografía" del cuerpo. Según Gottfried *et al.*, (1999) el periodo entre los 4-5 y los 8-9 años está marcado por un incremento en el conocimiento sobre las partes individuales del cuerpo. No obstante, aunque los niños pequeños son capaces de diferenciar, por ejemplo, entre un órgano biológico como el cerebro de una función psicológica como el pensamiento, es sólo hasta la infancia media que los niños comienzan a comprender la significación biológica del cerebro como el órgano que controla el cuerpo. Aun así, dicha comprensión difiere de la del adulto. Mientras que los adultos conciben al cerebro como un *archivador*, a saber, utilizan la metáfora "el-cerebro-como-contenedor", dicha metáfora no está del todo desarrollada en los niños pequeños (4-5 años). En este sentido, es posible conjeturar que el conocimiento de los niños acerca del interior del cuerpo va desarrollándose progresiva, pero parcialmente. Dicho progreso, por otra parte, parece depender en algunos casos del acceso a cierta información. Entre otras cuestiones, seguramente la adquisición de un "trozo de información" apoya la reorganización del conjunto de ideas que tienen los niños acerca de un fenómeno dado. De acuerdo con Springer (1999), el acceso a la información: "los bebés se desarrollan dentro del vientre materno", tiende a reconfigurar las ideas de los niños acerca de la herencia, cosa que no sucede con aquellos niños que carecen de esa información. Aunque, como lo señala este autor, ello no evita que los niños que acceden a esa información realicen predicciones correctas (verbigracia, algunos de ellos sostienen que los bebés se van a parecer físicamente más a la madre que al padre a causa de la proximidad corporal).

4.4 El análisis del conocimiento de los niños, ¿global o detallado?

Si bien en el grueso de la literatura revisada puede constatar que las ideas que sostienen los niños sobre el interior del cuerpo difieren a lo largo de las distintas edades, en esas investigaciones los cambios acaecidos en dichas ideas son

considerados como el producto de un aumento en la edad (Nagy, 1953; Gellert, 1962; Munari *et al.*, 1976; Crider, 1981; Amann-Gainotti, 1986; Glaun y Rosenthal, 1987; Texeira, 2000; Reiss *et al.*, 2002). O como aumentos en el gradiente de conocimientos anatómico-fisiológicos (Banet y Núñez, 1988 y 1989; Núñez y Banet, 1997; Sungur *et al.*, 2001). En nuestra opinión, es más productivo el ejercicio de examinar la organización conceptual de las ideas que sostienen los niños y, a partir de ello, analizar el tipo de explicaciones que son capaces de dar en cuanto a los cuestionamientos que se les plantean. Parafraseando a Springer (1999), el énfasis no debe ser puesto en la edad sino en la articulación de los conceptos. Es decir, algunos niños de 6 años de edad tienen una teoría de la biología porque ellos poseen un conocimiento factual correcto, no simplemente porque tengan 6 años (véase también el trabajo de Jaakkola y Slaughter, 2002). Sin embargo, dicha tarea implica, así lo creímos, detallar las secuencias de los procesos a estudiar de tal manera que se creara un seguimiento de éste paso-a-paso.

Lo anterior viene a cuenta porque en algunos trabajos (Nagy, 1953; Gellert, 1962; Crider, 1981) no es claro, por ejemplo, si las respuestas de los sujetos indican que el alimento se queda en el estómago o en el organismo. Por ejemplo, de acuerdo con Texeira (2000), los niños de 4 años sostienen la idea de que toda la comida ingerida permanece en el cuerpo. En sentido estricto, es difícil suponer que pueda llegarse a las mismas conclusiones si es el organismo el que funge como un "contenedor" del alimento (véase la cita de Fraiberg en el Capítulo II. De acuerdo con este autor, los niños de 8-9 años conciben el cuerpo como "un órgano vacío encajonado por la piel") o esa concepción queda reservada con exclusividad para el estómago (véase Crider, 1981). En primer lugar, porque si el organismo es considerado como un contenedor, ello quiere decir que los niños no llegan a suponer "divisiones" o partes específicas del organismo relacionadas con sustancias específicas. Por ende, no sólo contradice la suposición de Keil (1994) [véase parágrafo 4.3.1 de este mismo capítulo], sino que elimina cualquier conocimiento que puedan tener los niños pequeños sobre la anatomía del cuerpo

humano. Por el contrario, considerar el estómago como “contenedor” envuelve, aunque de manera incipiente, una comprensión diferente del interior del cuerpo.

Los resultados obtenidos en un estudio que hemos llevado a cabo recientemente con 30 niños de 3 a 4 años de edad (los cuales fueron evaluados a partir de cuatro tareas), revelan que el 52.66% de ellos conoce la distribución espacial (localización correcta) de los órganos cerebro, corazón, estómago, pulmones y huesos, no así su función. Estos resultados indican que desde edades tempranas (3-4 años) los sujetos conocen, por lo menos, la nominación y localización de ciertas partes del interior del cuerpo. Asimismo, puede observarse que en el momento en el que establecen un destino respecto del alimento ingerido, éste se dirige hacia el estómago.

Por las razones expuestas, se tornó necesario realizar un análisis paso-a-paso del trayecto y transformación que sigue el alimento en el organismo. El Estudio 3 trató, precisamente, de solucionar este problema dividiendo el tracto digestivo en su trayecto que va desde la boca hasta el ano. Cada tramo, entonces, pudo ser analizado de manera detallada. De mismo modo, para saber si el alimento sufría alguna transformación a lo largo del recorrido se ideó mostrarles a los participantes una serie de fotografía para que ellos eligieran el “estado” resultante del alimento después de atravesar uno de los tramos. Consecuentemente, pudo saberse cuál es la transformación que suponen los sujetos sufre el alimento. Algunos otros autores (Nagy, 1953; Gellert, 1962; Jaakkola y Salughter, 2002) se habían conformado con preguntar de manera general si la comida llegaba a otras partes del cuerpo sin indagar los cambios o, por el contrario, examinando los cambios pero sin analizar el recorrido (Contento, 1981).

En una aplicación previa al Estudio 2, con el fin de determinar el tipo de preguntas que se harían, se probó el procedimiento seguido por Texeira (2000), es decir, darles a los niños un chocolate y, después de que se lo hubieran comido, examinar el trayecto que sigue ese chocolate. Parece que uno de los objetivos perseguidos por la autora en cuanto a tal procedimiento sólo era hacer

comprender a los niños la tarea a realizar. No obstante, nuestros resultados obtenidos en el Estudio 2, comparados con los de Texeira, muestran que el acto de comer el chocolate no hace variar las nociones de los niños acerca de lo que sucede con éste ya dentro del cuerpo. Por ello, para nosotros fue importante comparar el trayecto que sigue el chocolate con otros estímulos: una piedra pequeña, un chicle y un trozo de pollo. Así, mientras que en general el trayecto de los cuatro estímulos no varía, sí llega a suponerse que, de acuerdo con el elemento ingerido, éste tiende a quedarse o no dentro del organismo. Este hecho parece estar en relación, por un lado, con la consideración que hacen los niños de si un alimento es nutritivo o no y, por el otro, con las propiedades que éste posee, por ejemplo, "el chicle se queda pegado en la panza porque es *pegostioso*". Por otra parte, también se observó que los niños llegan a considerar procedimientos físicos (moler, mezclar, etc.) para dar cuenta de los cambios que ocurren en el interior del cuerpo.

En síntesis, la forma en la cual se presentaron las preguntas y las tareas en el Estudio 2, no sólo permitieron un mejor acopio de datos sino, a la vez, dejar de subestimar el conocimiento anatómico-fisiológico de los niños pequeños. Esto viene al caso porque en algunas investigaciones (Banet y Núñez, 1988 y 1989; Núñez y Banet, 1997), la indagación de este conocimiento se realiza en sujetos cuya edad mínima es de 12-13 años, tal vez suponiendo que en esas edades comienzan a aparecer las primeras nociones sobre tal temática (véanse las afirmaciones de Carey [1985] y Rowlands [2001] al respecto).

Por su parte, el problema de tipificar la naturaleza de las nociones que sostienen los niños acerca del interior del cuerpo será abordado más adelante.

4.5 *Las técnicas de indagación, ¿sesgos ineludibles?*

Muchas de las investigaciones realizadas de acuerdo con el enfoque dominio-específico utilizan, comúnmente, tareas de elección forzada. Dicha técnica tiene la ventaja, a diferencia de la entrevista clínica, de establecer una condición única

para todos los sujetos y obtener de manera más precisa la respuesta. Asimismo, las elecciones propuestas (véase un ejemplo en el Capítulo I) diferencian entre distintas explicaciones (intencionales o mecanicistas, por ejemplo). El supuesto que subyace a este procedimiento tiene que ver con el hecho de que los sujetos eligen aquella respuesta que es más acorde con lo que piensan, es decir, alguna de las explicaciones planteadas refleja sus ideas. Uno de los problemas es que no se puede estar seguro si la elección se hace porque se está *completamente* de acuerdo con la proposición, o bien, si es la más cercana a lo que se piensa. (Por ello, entre otros objetivos, la gran mayoría de las investigaciones que hacen uso de este procedimiento realizan no uno sino varios estudios, tres en promedio.) Con todo, las tareas de elección forzada han mostrado su utilidad y sensibilidad en la investigación en desarrollo cognitivo.

En las investigaciones sobre enseñanza de la ciencia, en algunas ocasiones se han usado variantes de esta técnica. Por ejemplo, Richardson (1990) aplicó un cuestionario compuesto por 10 enunciados que los sujetos debían completar seleccionando una de dos respuestas posibles, por ejemplo: "Durante la actividad física, el oxígeno entra en el tejido muscular desde la sangre, porque: a) el oxígeno contenido dentro del tejido muscular decrece cuando el oxígeno es utilizado o, b) los músculos requieren oxígeno para producir energía". De acuerdo con este autor, las respuestas "conllevan" una posición teleológica (b) o mecanicista (a). Por tanto, la proporción de respuestas elegidas por un sujeto bien puede ilustrar la tendencia de su pensamiento.

Dentro de las investigaciones desarrolladas en esta área también encontramos la utilización de cuestionarios. Estos en general presentan preguntas de opción múltiple relacionadas con una temática específica intercalando el planteamiento de ciertos problemas y recogiendo, en ambos casos, las justificaciones dadas a las respuestas elegidas (véase el trabajo de Núñez y Banet [1997] respecto de la nutrición y el de Flores, Tovar y Gallegos [2003] relacionado con las representaciones que tienen los estudiantes del bachillerato acerca de la estructura y función celular). En algunos casos, a un cierto porcentaje de los

sujetos que contestaron los cuestionarios se le somete a entrevistas de corte clínico (Flores, Tovar y Gallegos, 2003). Este añadido, creemos, indaga de mejor manera el conocimiento de los sujetos acerca de una temática dada.

En los Estudios que componen el presente trabajo hemos hecho uso de métodos varios. En el Estudio I se utilizó la entrevista clínica de corte piagetiano a fin de indagar, de una manera muy amplia, las nociones de los niños y adolescentes acerca de la estructura y función del cuerpo humano. Si bien este método fue diseñado y utilizado por Piaget (muchas veces como método crítico) profusamente, hoy día no es coto exclusivo de la Escuela de Ginebra (Delval, 2001), muchos investigadores con proyectos espistemológicos y teóricos diferentes hacen uso de él. Por tanto, podemos utilizarlo sin que necesariamente tengamos que analizar los datos obtenidos desde la perspectiva (o lenguaje) de la psicología genética.

El Estudio 1 enfrentó dos problemáticas presentes en las investigaciones basadas en el enfoque dominio-específico: (1) si los niños pequeños son capaces de atender a fenómenos biológicos sin usar explicaciones de otro dominio (particularmente del psicológico) y, (2) si esas explicaciones van más allá de simples relaciones de entrada-salida. La información obtenida no sólo permitió indagar dichas problemáticas sino que, a la vez, iluminó la manera en la cual los sujetos tipifican los alimentos. Provistos con estos datos, se diseñó el Estudio 2 dirigido al análisis detallado del proceso digestivo, la función de los alimentos y, como corolario, la distribución o no de los mismos en el organismo. De manera importante, los resultados arrojados por ambos Estudios señalan, con muy pocas variantes, el mismo patrón de conocimiento sobre el proceso digestivo.

Los resultados del Estudio 1 indican que el conocimiento factual acerca de la localización y función orgánicas se incrementa de los 6 a los 9 años de edad, pero permanece estable entre los 9 y los 12 años de edad. Los obtenidos en el Estudio 2, por su parte, esclarecen que para los niños de 6-9 años, existen órganos específicos que llevan a cabo actividades específicas. Ambos resultados, en

conjunto, posibilitan la suposición de que el conocimiento de los niños acerca del organismo tiene como base la "función de órgano". Ello es válido tanto para los sujetos que eligen la función de contenedor (en su mayoría los sujetos de 6 años) como para aquellos que eligen la función canónica (generalmente, de los 9 a los 12 años). Asimismo, respecto de las transformaciones que lleva a cabo el organismo, los resultados de ambos Estudios indican que los sujetos consideran cambios de naturaleza física cuando explican el proceso digestivo, mientras que omiten cambios químicos en sus explicaciones.

Por otra parte, los resultados aportados por el Estudio 2 parecen corroborar la aserción de Inagaki y Hatano (1999) en el sentido de que los niños piensan que funciones como "mantener el vigor", "crecer" y "vivir" son apoyadas por el "poder vital" ingerido mediante los alimentos. Sin embargo, dado que no todos los alimentos inciden de esa manera en el organismo, ese papel lo cumplen solamente aquellos que son tipificados como "nutritivos" no los que son considerados como "chatarra". En nuestra opinión, esta tipificación (la cual no muestra variantes a lo largo de los grupos de edad en ninguno de los tres Estudios) es la que se proyecta en la idea de que los alimentos son "buenos o malos" para el organismo. Esta suposición pudo ser corroborada en el Estudio 3, con el análisis de las justificaciones que hacen los participantes de la función de los alimentos (véase Capítulo III, apartado 3.7.3.2). La parte sustancial de ese análisis era observar si los participantes del Estudio diferenciaban entre "bueno para comer", categoría que consideramos "social" de "bueno para el organismo", la cual suponíamos conllevaba connotaciones biológicas. Los resultados encontrados indican que, para los participantes, los alimentos cumplen un rol en las funciones que lleva a cabo el organismo, sea que proporcionen salud o eviten que nos enfermemos, nos permitan vivir, etcétera. En "bueno para comer", por el contrario, el conjunto de enunciados no incluía ese tipo de relaciones; mas bien se consideraron cuestiones como "lo que debe comerse" o "lo que alimenta". En resumen, las tareas presentadas en el Estudio 3 respecto de la función de los alimentos no sólo permitieron diferenciar entre ambas justificaciones sino que, además, permitieron contrastar las afirmaciones de Birch *et al.* (1999) y de Carey

(1985) en el sentido de que los niños conciben el comer como una actividad social pero no biológica.

Asimismo, el Estudio 3 tuvo como objetivo corroborar los datos obtenidos en los dos estudios anteriores empleando un método diferente de indagación. Por tanto, se relegó el método clínico. Primero, porque se requería que todos los participantes fueran evaluados de la misma manera, es decir, que todos y cada uno de ellos fueran sometidos a las mismas preguntas y en el mismo formato. Segundo, las preguntas elaboradas requerían de respuestas puntuales (sólo en algunos casos se pidió a los participantes una ampliación de las mismas). No obstante, si se observa con atención el cuestionario utilizado, se notará que los apartados C y D (con excepción del B) mantienen un formato de "diálogo". Es decir, las preguntas se van hilando de acuerdo con los tramos que componen el tracto digestivo (desde la boca hasta el ano) y, en cada uno de ellos, además, se pregunta por las transformaciones que sufre el alimento e indaga la razón de tal cambio. De esta manera, se pudo saber cuál era la parte del trayecto a la que llegaba el alimento, si se quedaba en el tramo boca-estómago o bien, seguía hacia los intestinos; si permanecía en el estómago o accedía a otras partes del cuerpo. Diagramar de esa manera el conjunto de tramos sirvió, adicionalmente, para concretizar los Modelos del proceso digestivo que hemos presentado.

De acuerdo con nosotros, esa forma de analizar las nociones de los participantes acerca de los trayectos y transformaciones del alimento resultó ser bastante fructífera. Sustancialmente, nos permitió alejarnos de las preguntas del tipo: "¿Adónde va la comida cuando tú la comes?" (Lawson, 1991), las cuales dejan de examinar los trayectos recorridos y, además, tampoco indagan cuál es el estado de la comida cuando llega a esos lugares. Por su parte, aunque en nuestro instrumento se hace uso de ese tipo de preguntas (véase Anexo 3), la segmentación del recorrido permitió señalar y analizar los tramos en los cuales la comida sufre un cambio y, más importante aún, cuáles son los procedimientos que generan ese cambio a lo largo del recorrido.

En otro orden de ideas, debe resaltarse que si bien cada uno de los estudios indaga problemáticas delimitadas, su diseño y objetivos se van desprendiendo de los resultados obtenidos en los anteriores. En este sentido, los tres estudios se encuentran articulados en cuanto a sus objetivos aunque en cada uno se hacen mejoras y adaptaciones tanto de los instrumentos como del procedimiento.

En conclusión, podemos decir que las técnicas de indagación utilizadas en los tres Estudios posibilitaron que los resultados fueran comparados entre sí. En tal sentido, aunque las muestras son independientes, se obtuvo una idea del pasaje del desarrollo de las nociones que tienen los niños y los adolescentes acerca del proceso digestivo:

1. Los resultados de los Estudios 1 y 3 indican la existencia de un aumento gradual, a lo largo de las edades muestreadas, en el número de órganos reportados y localizados correctamente así como en la especificación de sus funciones (definiciones canónicas). Estos resultados, por otra parte, se muestran acordes con los reportados en la literatura revisada. No obstante, la interpretación que encontramos en muchos autores acerca del surgimiento de las nociones anatómico-fisiológicas es, en gran medida, diferente de la que hemos planteado nosotros. En primer lugar, porque aun estando de acuerdo en que el conocimiento factual respecto de la localización y función de los órganos es posibilitado por la información suministrada socialmente (cualquiera que sea su fuente), creemos que ello no explica por qué los niños elaboran ciertas ideas acerca del funcionamiento orgánico de la manera en que lo hacen. Así, no retomamos como punto de partida el cúmulo de "experiencias" (sea la percepción de los latidos del corazón o de los movimientos intestinales o el hecho de sufrir una enfermedad) que los niños puedan tener, sino que partimos de la afirmación de que ellos, desde por lo menos los 3 años, suponen que los interiores de los seres vivos y de los no-vivos son diferentes; es decir, consideran que las partes internas de los animales son heterogéneas y no están estructuradas de manera aleatoria (Keil, 1994). Este hecho,

- pensamos, constituye la base sobre la cual los niños comienzan a construir una "geografía del cuerpo". En segundo lugar, no interpretamos el desarrollo del conocimiento como cambios en la estructura cognitiva (por ejemplo, de lo "preoperacional" a lo "operacional concreto"), sino como cambios en los marcos explicativos. Es decir, nuestro análisis se centró en el tipo de explicaciones que los participantes utilizan para comprender los trayectos y transformaciones de los alimentos a lo largo del tracto digestivo
2. En los Estudios 2 y 3, se observó que los niños comienzan por establecer una diferenciación entre los alimentos, tipificándolos como "nutritivos" o "chatarra". Si bien podría argumentarse que esta distinción es aprendida gracias a la interacción social, no encontramos, en ninguno de los dos Estudios, respuestas que nos hicieran pensar que los niños consideran comer como un acto social (por ejemplo, que los alimentos se comen tres veces al día; que la sopa se come primero que la comida principal; que no se come pizza en el desayuno, etcétera). Por el contrario, encontramos respuestas que ligan a los alimentos con el organismo: crecer, vivir, mantener la salud, etcétera. Y, aunque tales respuestas pueden llegar a considerarse como relaciones de entrada-salida, también indican que los niños no sólo son capaces de proyectar transformaciones en los alimentos, sino que llegan a suponer que esas transformaciones son causadas por los órganos del cuerpo.
 3. Como ya lo habíamos mencionado, en muchas de las investigaciones se plantean preguntas acerca de si el alimento se queda o no dentro del cuerpo y si llega a otras partes del organismo. Estas preguntas son tan generales que, en sentido estricto, es mínimo el conocimiento que podemos obtener de las nociones anatómico-fisiológicas de los niños y adolescentes. En primer lugar, porque no indagan los trayectos que sigue el alimento una vez ingerido y, en segundo lugar, no examinan los cambios que sufre éste a lo largo del recorrido. Por tanto, saber que para niños de ciertas edades (10-11 años) una parte del alimento se queda en el cuerpo mientras que la otra parte sale (véase Nagy [1953] y Texeira [2000]), es un dato interesante pero que no dice nada de lo que los niños piensan acerca de lo

que ocurre dentro del organismo ni de los lugares en los que ocurre. Un análisis de los trayectos que sigue el alimento, en sentido estricto, explicita el conocimiento anatómico que poseen los niños. Así, si un niño es adscrito al Modelo 3, esto quiere decir que su conocimiento factual de los órganos que componen el aparato digestivo es diferente, anatómicamente, de si es adscrito al Modelo 5. Por tanto, indagar cada uno de los trayectos que sigue el alimento (tal y como se hizo en el Estudio 3) permite un registro más fino del conocimiento anatómico que tienen los niños. De la misma manera, una pregunta tan general sobre el acceso del alimento a otras partes del cuerpo no dice nada de los cambios que puede sufrir éste. Mientras que indagar cualquier variación de los alimentos en cada uno de los trayectos no sólo revela el tipo de transformaciones que ocurren sino también qué las causa. Ambos aspectos, trayectos y transformaciones, analizados con mayor detalle, exteriorizan de mejor manera las nociones anatómico-fisiológicas de los niños y nos posibilitan, además, una mejor comprensión de cómo está estructurado dicho conocimiento.

4. Si anatómicamente son diferentes los Modelos 3 y 5, esto mismo conduce a suponer que dos niños adscritos a uno u otro de ellos posee un conocimiento menor o mayor de los órganos que componen el aparato digestivo. No obstante, si le otorgan la misma función al estómago y explican de la misma manera las transformaciones del alimento en ese órgano, ¿cómo explicar ese hecho? En primer lugar, asumimos, de acuerdo con Jaakkola y Slaughter (2002), que el conocimiento acerca de la localización (y organización) de los órganos no es esencialmente teórico. En nuestra opinión, es un conocimiento declarativo susceptible de aumentar con el tiempo y la información suministrada socialmente (este hecho ha sido suficientemente documentado: Nagy, 1953; Gellert, 1962; Munari *et al.*, 1976; Tunnicliffe y Reiss, 1999; Reiss *et al.*, 2002), sin que afecten las nociones que tengan los niños acerca del proceso digestivo. Por el contrario, el conocimiento de la función de órgano sería "teórico", de acuerdo con nosotros, procedimental. Y, en este sentido, impacta el conjunto de explicaciones que utilizan los niños para dar cuenta de las

funciones corporales; por tanto, los cambios en esas explicaciones son un mejor registro de los cambios en el conocimiento biológico de los niños. En resumen, si bien es factible que ambos conocimientos puedan estar relacionados, creemos que el grueso de los cambios se producen por cambios en el tipo de explicaciones acerca de la función, no por un aumento en el número de órganos conocidos. Por ejemplo, saber la existencia de las venas (incluso saber que transportan sangre), no hace que muchos de los participantes (principalmente los de 6 y 9 años) las consideren como el medio de transporte de los nutrientes. De acuerdo con los datos recabados, suponemos que la adquisición de ese conocimiento no necesariamente posibilita un cambio acerca de las funciones del organismo. Afirmar lo contrario sería como si afirmáramos que un niño de tres años que diga 1, 2, 3..., por el sólo hecho de hacerlo, posee el concepto de número.

5. Los Modelos que hemos propuesto describen el conocimiento de los niños acerca de la localización e integración del aparato digestivo; sin embargo, no pensamos que cada uno de ellos correlacione con una edad en particular; en este sentido, no suponen una progresión. Por ejemplo (véase Estudio 3, Tabla 11), el grueso de los participantes pertenecientes al GI son adscritos a los Modelos 2 y 3 pero ninguno de ellos a los Modelos 4 y 5. Los del GII lo son a los Modelos 2, 3 y 4; mientras que los del GIII lo son a los Modelos 4 y 5 y, en menor medida, a los Modelos 2 y 3; y, con una alta frecuencia, los del GIV al Modelo 5. Con esto, lo único que podríamos afirmar es que los participantes pertenecientes al GI y GII (en su mayoría) desconocen la existencia de los intestinos. Mientras que los del GIII y GIV sí poseen este conocimiento. Con todo, pensamos que ésta secuencia ilustra que el conocimiento de ciertos órganos es más factible es ciertas edades que en otras y, asimismo, que esa progresión tal vez esté en la mayor parte determinada por la información proveída por la escuela.

4.6 *¿La biología de los niños es vitalista o mecanicista?*

Keil (2003) ha señalado que es posible que explicaciones de corte vitalista, teleológico y esencialista se encuentren interconectadas en el pensamiento biológico temprano de los niños y, en consecuencia, que el intento de separarlas teórica y/o metodológicamente conduzca a un artificio. Este señalamiento permite reconsiderar ciertas cuestiones de nuestro trabajo. En primer lugar, si bien muchas de las investigaciones que hemos venido reportando tratan de delimitar el tipo de explicaciones (principalmente vitalista, intencional y mecanicista) a la que se adhieren los niños para dar cuenta de los fenómenos biológicos, debe sopesarse el hecho que en un inicio (sobre todo en la década de los noventa) era válido que el grueso de los estudios (véase Capítulo I) intentaran corroborar la separación entre los dominios psicológico y biológico y, por tanto, la separación entre las explicaciones de corte intencional y las vitalista-teleológicas. No obstante, creemos, buscar una explicación que fuera "típicamente" biológica hizo que la elección de una de ellas dejara fuera a las otras. En segundo lugar, se pensó que el pensamiento infantil seguía una tendencia vitalista y, con el desarrollo, ésta cambiaba a una de corte mecanicista. Sin embargo, existe cierta confusión en la delimitación del término "mecanicista". Por ejemplo, Inagaki y Hatano (2002) entienden la causalidad mecánica tanto en el sentido de mecanismo fisiológico como en el de mecánica física. Adicionalmente, Au y Romo (1999) arguyen que los niños no conocen los mecanismos fisiológicos de los procesos corporales, pero califican como causalidad "mecánica", por ejemplo, el que un niño diga que la causa de la muerte de un insecto se debe a que lo "pisaron".

Para nosotros, el grueso de los participantes en nuestros estudios levantan explicaciones "mecánicas" en el sentido de la física (verbigracia, masticar la comida con los dientes) para dar cuenta de los cambios que sufre el alimento en el interior del cuerpo, pero no explicaciones fisiológicas. En otras palabras, las transformaciones que sufre la comida son, para los niños, resultado de procedimientos físicos (moler, romper, trozar, etc.) llevados a cabo en el interior

del organismo. Pero levantan explicaciones vitalistas cuando consideran la "energía" contenida en los alimentos y explican el efecto de estos en el cuerpo (crecimiento, fuerza, etc.). En otras palabras, es posible que dependiendo del contexto o fenómeno, los niños sean vitalistas y sean mecanicistas (en el sentido físico); es decir, quizá no sólo vitalismo, teleología y esencialismo coexistan, probablemente también lo hace el vitalismo con el mecanicismo. La más importante consecuencia de este aserto es que entonces ya no podemos suponer un progreso en el desarrollo de las nociones anatómico-fisiológicas cuyo pasaje vaya del vitalismo al mecanicismo (véanse los supuestos de Inagaki y Hatano en el Capítulo II) sino, más bien, si tal progreso se da, éste sería de las explicaciones mecánico-vitalistas a las explicaciones fisiológicas (y/o bioquímicas).

Orquestar esa problemática en un conjunto de investigaciones sitúa, en su justa medida, una continuación de lo hasta aquí desarrollado que, a la vez, abre otras muchas cuestiones que el presente trabajo deja sin resolver:

1. Indagar si "energía" es un concepto que utilizan los niños para designar una propiedad inherente a los alimentos y, por ende, está, en su uso, a fenómenos biológicos o, por el contrario, si lo utilizarían de la misma manera si los problemas que se les presentaran fueran, por ejemplo, del dominio físico. Por otra parte, creemos que también sería importante que nuevos estudios analizaran si existe diferencia o no entre "energía vital" y "energía-contenida-en-los-alimentos".
2. Dado que los niños consideran que el alimento apoya el crecimiento en los bebés pero no en los ancianos, faltaría analizar las ideas que tienen de los que ocurren en la estructura corporal y en las funciones orgánicas con el paso del tiempo. Ello posibilitaría, además, un acercamiento a sus nociones sobre el ciclo vital.
3. Falta un estudio más minucioso de la estructura y función de otros aparatos, por ejemplo, del respiratorio y circulatorio. Aunque el Estudio 1 abordó estas cuestiones, no es posible, tal y como se realizó, obtener un

panorama más completo y detallado de las nociones anatómico-fisiológicas de los niños.

4. Dado que es posible que la información que reciben los niños sea un factor en el cambio de sus ideas acerca del funcionamiento corporal, sería fructífero analizar esos cambios instrumentando y aplicando programas de enseñanza para observar tanto las secuencias de adquisición como las dificultades de acceso a los conceptos implicados en esa temática.

4.7 Implicaciones educativas.

Un resumen de las investigaciones que han abordado el tipo de explicaciones que utilizan los estudiantes, principalmente del nivel bachillerato, en la enseñanza y aprendizaje de la biología, llevado a cabo por López Manjón (1997), señala la preferencia que tienen los estudiantes por las explicaciones teleológicas aun después de recibir instrucción formal. Este hecho, de acuerdo con la autora, puede obedecer a dos razones: (1) porque las nociones teleológicas que utilizan desde la infancia los niños para dar cuenta de los fenómenos biológicos son fuertes y resistentes al cambio y persisten, incluso, hasta la vida adulta, o (2) porque la enseñanza de la biología fundamenta su instrucción en un enfoque teleológico. No obstante, si bien algunos investigadores (Passmore y Stewart, 2002) han considerado que esta tendencia podría afectarse si se posibilita, por ejemplo en la enseñanza de la evolución en el nivel secundaria, la habilidad para identificar y discutir los conceptos relacionados con el cambio evolutivo, así como la habilidad para formular explicaciones apropiadas a la disciplina, otros han seguido encontrando (Southerland, Abrams, Cummins y Anzelmo, 2001) que los estudiantes utilizan, preferentemente, el razonamiento teleológico combinado con el antropomorfismo para explicar los fenómenos biológicos.

De acuerdo con la perspectiva que hemos desarrollado en este trabajo, estamos más de acuerdo con la primera de las razones enunciadas por López Manjón. En nuestra opinión, las ideas de los niños sobre los fenómenos biológicos son elaboradas con anterioridad a su inmersión en el proceso educativo; por ejemplo

sus nociones acerca de las cadenas alimenticias (véase Gallegos, Jerezano, y Flores, 1994). No una consecuencia de que hayan aprendido una forma de interpretar los fenómenos biológicos a partir de las exposiciones de sus maestros o de los materiales utilizados. Aunque no puede eliminarse la posibilidad de que esto mismo llegue a favorecer o ratificar las ideas de los niños. Con todo, la educación formal debería replantearse si la solución es ignorar esas ideas y promover las “científicamente correctas” o bien, tomarlas en cuenta y diseñar el proceso educativo a partir de ellas.

Otro de los problemas a resolver consiste en determinar por dónde y cuándo empezar la enseñanza de la biología. La biología abarca diferentes temáticas: evolución, ecología, bioquímica, biología celular, etc. Las cuales poseen grados de dificultad conceptual diferente, redes conceptuales más o menos amplias, etc. ¿Cuándo empezar su enseñanza? Una buena parte de las investigaciones en la enseñanza de la ciencia en biología ha estudiado principalmente la población del bachillerato, en menor medida estudiantes de secundaria, mientras que son prácticamente ignorados los alumnos de primaria y preescolar. En nuestra opinión, la enseñanza de esta ciencia debería empezar por lo menos desde la primaria. ¿Cómo hacerlo? Con las herramientas que poseemos, únicamente podríamos decir que, de la mano de un programa educativo que contemple la secuencia de construcción de las ideas de los niños; la forma en la que conceptualizan los fenómenos biológicos; las restricciones que impone el dominio y la secuenciación de los contenidos a enseñar, es posible acercar a los niños, de una mejor manera, a la ciencia biológica. La elaboración de tal programa debe ser el resultado de nuevas investigaciones.

REFERENCIAS

- Ajuriaguerra, J. de ([1973] 1983). *Manual de Psiquiatría Infantil*. México: Masson.
- Amann-Gainotti, M. (1986). Children's representations of the body interior. Ponencia presentada en: *II European Conference on Developmental Psychology*, C.N.R., Roma, Italia, 10-13 de septiembre.
- Amann-Gainotti, M. & Tambelli, R. (1987). Lo spazio interiore femminile nell'adolescenza: Uno studio esplorativo. *Riv Sessoul*, 11 (2), 19-32.
- Asimov, I. (1993). *El Río Viviente*. México: Limusa.
- Astington, J. ([1993] 1998). *El Descubrimiento Infantil de la Mente*. Madrid: Morata.
- Astington, J., Harris, P. & Olson, D. (eds.) (1989). *Developing theories of mind*. Canada: Cambridge University Press.
- Au, T. K. & L. F. Romo (1999). Mechanical causality in children's "folkbiology". In D. L. Medin & S. Atran (eds.), *Folkbiology*. Cambridge, MA: MIT Press, pp. 355-401.
- Banet, E. y Núñez, F. (1988). Ideas de los Alumnos sobre la Digestión: Aspectos Anatómicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (1), 30-37.
- Banet, E. y Núñez, F. (1989). Ideas de los Alumnos sobre la Digestión: Aspectos Fisiológicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (1), 35-44.
- Barrio, C. del (1988a). *La Comprensión Infantil de la Enfermedad. Un estudio Evolutivo*. Barcelona: Anthropos.
- Barrio, C. del (1988b). El Desarrollo de la Explicación de Procesos Biológicos: Cómo Entienden los Niños la Causa de una Enfermedad y su Curación. *Infancia y Aprendizaje*, 42, 81-95.
- Benlloch, M. (1997). *Desarrollo Cognitivo y Teorías Implícitas en el Aprendizaje de las Ciencias*. Madrid: Aprendizaje-Visor.
- Bernstein, A. & Cowan, P. (1975). How do people get babies. *Child Development*, 46, 77-91.
- Birch, L., Fisher, J. & Grimm-Thomas, K. (1999). Children and food. In M. Siegal & C. Peterson (eds.), *Children's understanding of biological and health*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, pp. 161-182.
- Bibace, R. & Walsh, M. E. (1980). Development of children's concepts of illness. *Pediatrics*, 66 (6) 912-917.
- Bruner, J. ([1984] 1988). *Acción, Pensamiento y Lenguaje*. Madrid: Alianza.
- Bruner, J. y Haste, H. (Comps.) ([1987] 1990). *La Elaboración del Sentido. La Construcción del Mundo por el Niño*. Barcelona: Paidós.
- Bruner, J., Goodnow, J. y Austin, G. ([1956] 2001). *El Proceso Mental en el Aprendizaje*. Madrid: Narcea.
- Bullock, M. (1985). Animism in childhood thinking: A new look at an old question. *Developmental Psychology*, 21, 2, 217-225.
- Campanario, J. M. 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 Ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (2), 155-169.
- Campbell, J. D. (1975). Illness is a point of view: The development of children's concepts of illness. *Child Development*, 46, 92-100.
- Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge, MA: MIT Press.

- Carey, S. (1991). Knowledge acquisition: Enrichment or conceptual change? In S. Carey & R. Gelman (eds.), *The epigenesis of mind: Essays on biological and cognition*. Hillsdale, NJ.: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 257-291.
- Carey, S. (2000). Science and education as conceptual change. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 21(1), 13-19.
- Carey, S. & Spelke, E. (1994). Domain-specific knowledge and conceptual change. In L. A. Hirschfeld & S. A. Gelman (eds.), *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*. New York: Cambridge University Press, pp. 169-200.
- Case, R. ([1985] 1989). *El Desarrollo Intelectual*. Barcelona: Paidós.
- Childers, P. & Wimmer, M. (1971). The concept of death in early childhood. *Child Development*, 42, 1299-1301.
- Coley, J. D. (1995). Emerging differentiation of folkbiology and folkpsychology: Attributions of biological and psychological properties to living things. *Child Development*, 66, 1856-1874.
- Contento, I. (1981). *Children's thinking about food and eating*. A piagetian-based study. *Journal of Nutrition Education*, 13,1, 86-90.
- Cosmides, L. & Tooby, J. (1994). Origins of domain specificity: The evolution of functional organization. In L. A. Hirschfeld & S. A. Gelman (eds.), *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*. New York: Cambridge University Press, pp. 85-116.
- Crider, C. (1981). Children's conceptions of the body interior. In R. Bibace & M. E. Walsh (eds.), *New directions for child development: Children's conceptions of health, illness and bodily functions*. No. 14, San Francisco: Jossey-Bass.
- Delval, J. ([1975] 1975). *El Animismo y el Pensamiento Infantil*. Madrid: Siglo XXI.
- Delval, J. (2001). *Descubrir el Pensamiento de los Niños. Introducción a la Práctica del Método Clínico*. Barcelona: Paidós.
- Descartes, R. ([1632] 1980). *El Tratado del Hombre*. Madrid: Editora Nacional. Colección Clásicos para una Biblioteca Contemporánea. (Edición y traducción de Guillermo Quintás.)
- Downes, S. (1999). Can scientific development and children's cognitive development be the same process? *Philosophy of Science*, 66, 565-578.
- Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien, A. ([1985] 1996). *Las Ideas Científicas en la Infancia y en la Adolescencia*. Madrid: Morata.
- Ferreiro, E. y García, R. (1975). Presentación de la Edición Castellana. En J. Piaget, *Introducción a la Epistemología Genética*. T. 1. *El Pensamiento Matemático*. Buenos Aires: Paidós, pp. 9-23.
- Flavell, J. ([1985] 1996). *El Desarrollo Cognitivo*. Madrid: Aprendizaje-Visor.
- Flores, F. & Gallegos, L. (1998). Partial possible models: An approach to interpret students' physical representation. *Science Education*, 82, 15-29.
- Flores, F., Tovar, M. E. & Gallegos, L. (2003). Representation of the cell and its processes in the high school: An integrated view. *International Journal of Science Education*, 25, 2, 269-286.
- Fodor, J. A. ([1983] 1986). *La Modularidad de la Mente*. Madrid: Morata.
- Gallegos, L., Jerezano, M. E. y Flores, F. (1994). Preconceptions and relations used by children in the construction of food chains. *Journal of research in science teaching*, 31, 3, 259-272.

- Gellert, E. (1962). Children's conceptions of the content and functions of the human body. *Genetic psychology Monographs*, 65, 293-405.
- Gelman, S. A. (1989). Children's use categories to guide biological inferences. *Human Development*, 32, 65-71.
- Gelman, S. A. (1996). Concepts and theories. En R. Gelman & T. K. Au (eds.), *Perceptual and cognitive development*. San Diego, CA: Academic Press, pp. 117-150.
- Gelman, S. A., Coley, J. & Gottfried, G. (1994). Essentialist beliefs in children: The acquisition of concepts and theories. In L. A. Hirschfeld & S. A. Gelman (eds.), *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*. New York: Cambridge University Press, pp. 341-365.
- Gelman, S. A. & Gottfried, G. (1996). Children's causal explanations of animate and inanimate motion. *Child Development*, 67, 1970-1987.
- Gelman, S. A. & Diesendruck, G. (1999). A reconsideration of concepts: On the compatibility of psychological essentialism and context sensitivity. In E. Scholnick, K. Nelson, S. A. Gelman & P. Miller (eds.), *Conceptual development: Piaget's legacy*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 78-102.
- Gelman, S. & Hirschfeld, L. (1999). How biological is essentialism? In D. L. Medin & S. Atran (eds.), *Folkbiology*. Cambridge, MA: MIT Press, pp. 403-446.
- Giordan, A. (2000). *Mi Cuerpo, la Mayor Maravilla del Mundo*. Barcelona: Plaza & Janés.
- Glaun, D. & Rosenthal, D. (1987). Development of children's concepts about the interior of the body. *Psychotherapy and Psychosomatics*, 48, 63-67.
- Gopnik, A. y Meltzoff, A. ([1997] 1999). *Palabras, Pensamientos y Teorías*. Madrid: Aprendizaje-Visor.
- Gottfried, G., Gelman, S. A. & Schultz, J. (1999). Children's understanding of the brain: from early essentialism to biological theory. *Cognitive Development*, 14, 147-174.
- Guyton, A. y Hall, J. (2002). *Manual de Fisiología Médica*. Madrid: McGraw-Hill-Interamericana. (2ª edición en español.)
- Hergenrather, J. R. & Rabinowitz, M. (1991). Age-related differences in the organization of children's knowledge of illness. *Developmental Psychology*, 27 (6) 952-959.
- Hatano, G. & Inagaki, K. (1994). Young children's naive theory of biology. *Cognition*, 50, 171-188.
- Hatano, G. (1999). Animism. In R. A. Wilson & F. C. Keil (eds.), *The MIT encyclopedia of the cognitive sciences*. Cambridge, MA.: MIT Press, pp. 28-29.
- Hatano, G., Siegler, R., Richards, D., Inagaki, K., Stavy, R. & Wax, N. (1993). The development of biological knowledge: A multi-national study. *Cognitive Development*, 8, 47-62.
- Hirschfeld, L. A. & Gelman, S. A. (1994). Toward a topography of mind: An introduction to domain specificity. In L. A. Hirschfeld & S. A. Gelman (eds.), *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*. New York: Cambridge University Press, pp. 3-35.
- Inagaki, K. & Hatano, G. (1987). Young children's spontaneous personification as analogy. *Child Development*, 58, 1013-1020.
- Inagaki, K. & Hatano, G. (1993). Young children's understanding of the mind-body distinction. *Child Development*, 64, 1534-1549.

- Inagaki, K. & Hatano, G. (1996). Young children's recognition of commonalities between animals and plants. *Child Development*, 67, 2823-2840.
- Inagaki, K. & Hatano, G. (1999). Children's understanding of mind-body relationships. In M. Siegal & C. Peterson (eds.), *Children's understanding of biology and health*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, pp. 23-44.
- Inagaki, K. & Hatano, G. (2002). *Young children's naive thinking about the biological world*. New York: Psychology Press. Series: Essays in Developmental Psychology.
- Jaakkola, R. & Slaughter, V. (2002). Children's body knowledge: Understanding 'life' as a biological goal. *British Journal of Developmental Psychology*, 20, 325-342.
- Johnson, C. N. & Wellman, H. M. (1982). Children's developing conceptions of the mind and the brain. *Child Development*, 53, 222-234.
- Kalish, C. (1997). Preschoolers' understanding of mental and bodily reactions to contamination: What you don't know can hurt you, but cannot sadden you. *Developmental Psychology*, 33, 1, 79-91.
- Keil, F. C. (1991). The emergence of theoretical beliefs as constraints of concepts. In S. Carey & R. Gelman (Eds.), *The epigenesis of mind: Essays on biology and cognition*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, pp. 237-255.
- Keil, F. C. (1992). The origins of an autonomous biology. In M. A. Gunnar & M. Maratsos (comps.), *Modularity and constraints in language and cognition*. The Minnesota Symposium in Child Psychology, Vol. 25. Hillsdale, NJ.: Lawrence Erlbaum Associates, pp.103-137.
- Keil, F. C. (1994). The birth and nurturance of concepts by domains: The origins of concepts of living things. In L. A. Hirschfeld & S. A. Gelman (eds.), *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*. New York: Cambridge University Press, pp. 234-254.
- Keil, F. C. (2003). That's life: Coming to understand biology. *Human Development*, 46, 369-377.
- Kelemen, D. (1999a). Beliefs about purpose: on the origins of teleological thought. In M. C. Corballis & S. E. G. Lea (eds.), *The descent of mind. Psychological perspectives on hominid evolution*. Oxford, UK: Oxford University Press, pp. 278-294.
- Kelemen, D. (1999b). Why are rocks pointy? Children's preference for teleological explanations of the natural world. *Developmental Psychology*, 35, 6, 1440-1452.
- Kister, M. & Patterson, C. J. (1980). Children's conceptions of the causes of illness: Understanding of contagion and use immanent justice. *Child Development*, 51, 839-849.
- Kuhn, D. (1989). Children and adults as intuitive scientists. *Psychological Review*, 96, 4, 674-689.
- Kuhn, T. S. ([1962] 1983). *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Lawson, A. (1991). Constructivism and domains of scientific knowledge: A reply to Lythcott and Duschl. *Science Education*, 75 (4), 481-488.
- Lazar, A. & Torney-Purta, J. (1991). The development of the subconcepts of death in young children: A short-term longitudinal study. *Child Development*, 62, 1321-1333.

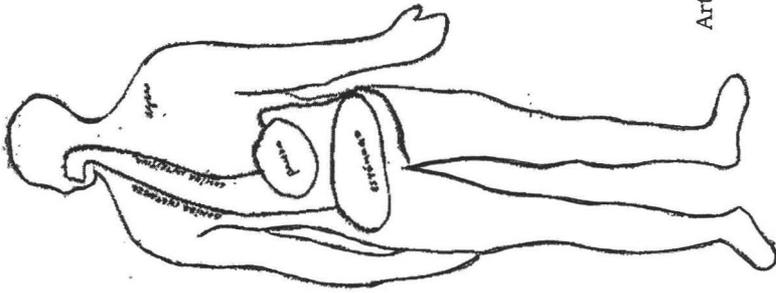
- León-Sánchez, R. (1993). El Desarrollo de las Nociones Anatómico-Fisiológicas en el Niño: Estudio Exploratorio. *Revista Latina de Pensamiento y Lenguaje*, 1, 2, 133-156.
- Looff, W. & Bartz, W. (1969). Animism revived. *Psychological Bulletin*, 71 (1), 1-19.
- López Manjón, A. (1997). La Explicación Teleológica en la Enseñanza y Aprendizaje de la Biología. En M. Carretero (comp.), *Construir y Enseñar. Las Ciencias Experimentales*. Buenos Aires: Aique.
- Mandler, J. & McDonough, L. (1998). On developing a knowledge base in infancy. *Developmental Psychology*, 34, 6, 1274-1288.
- Maratsos, M. (1992). Constrains, modules, and domain specificity: An introduction. In M. A. Gunnar & M. Maratsos (comps.), *Modularity and constraints in language and cognition*. The Minnesota Symposium in Child Psychology, Vol. 25. Hillsdale, NJ.: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 1-23.
- Matheson, D., Spranger, K. & Saxe, A. (2002). Preschool children's perceptions of food and their food experiences. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 34, 85-92.
- Meadows, S. (1994). *The child as thinker: The development and acquisition of cognition in childhood*. London: Routledge.
- Medin, D., Goldstone, R. & Gentner, D. (1993). Respects for similarity. *Psychological Review*, 100, 2, 254-278.
- Miller, J. L. & Bartsch, K. (1997). The development of biological explanation: Are children vitalists? *Developmental Psychology*, 33 (1), 156-164.
- Morris, S. C., Taplin, J. E. & Gelman, S. A. (2000). Vitalism in naive biological thinking. *Developmental Psychology*, 36, 582-595.
- Munari, A., Filippini, G., Regazzoni, M. & Visseur, A. (1976). L'anatomie de l'enfant: Etude génétique des conceptions anatomiques spontanées. *Archives de Psychologie*, XLIV, 171, 115-134.
- Murphy, G. & Medin, D. ([1985] 1999). The role of theories in conceptual coherence. In E. Margolis & S. Laurence (Eds.), *Concepts. Core readings*. Cambridge, MA.: The MIT Press, 425-457.
- Nagy, M. (1948). The child's view of death. *Journal of Genetic Psychology*, 73, 3-27.
- Nagy, M. (1953). Children's conceptions of some bodily functions. *The Journal of Genetic Psychology*, 83, 199-216.
- Nakhleh, M. & Samarapungavan, A. (1999). Elementary school children's beliefs about matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 7, 777-805.
- Notaro, P. C., Gelman, S. A. & Zimmerman, M. A. (2001). Children's understanding of psychogenic bodily reactions. *Child Development*, 72, 444-459.
- Núñez, F. y Banet, E. (1996). Modelos Conceptuales sobre las Relaciones entre Digestión, Respiración y Circulación. *Enseñanza de las Ciencias*, 14, 3, 261-278.
- Núñez, F. & Banet, E. (1997). Students' conceptual patterns of human nutrition. *International Journal of Science Education*, 19, 5, 509-526.
- Nussbaum, J. ([1985]1996). La Tierra como un Cuerpo Cósmico. En R. Driver, E. Guesne y A. Tiberghien (eds.), *Las Ideas Científicas en la Infancia y en la Adolescencia*. Madrid: Morata.
- Ochiai, M. (1989). The role of knowledge in the development of the life concept. *Human Development*, 32, 72-78.

- Orbach, I., Glaubman, H. & Berman, D. (1985). Children's perception of death in humans and animals as a function of age anxiety and cognitive ability. *Journal Child Psychology and Psychiatry*, 26, 3, 453-463.
- Passmore, C. & Stewart, J. (2002). A modeling approach to teaching evolutionary biology in high schools. *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (7), 185-204.
- Peña, A. (2000). *¿Cómo Funciona una Célula? Fisiología Celular*. México: Fondo de Cultura Económica. Colección: La Ciencia para Todos, N° 122.
- Peña, A. (2001). *Qué es el Metabolismo*. México: Fondo de Cultura Económica. Colección: La Ciencia para Todos, N° 184.
- Perrin, E. C. & Gerrity, S. (1981). There's demon in your belly: Children's understanding of illness. *Pediatrics*, 67 (6) 841-849.
- Perrin, E. C., Sayer, A. G. & Willet, J. B. (1991). Sticks and stones may break my bones... Reasoning about illness causality and body functioning in children who have a chronic illness. *Pediatrics*, 88, 3, 608-619.
- Piaget, J. ([1926] 1975). *La Representación del Mundo en el Niño*. Madrid: Morata.
- Piaget, J. [1950] 1987). *Introducción a la Epistemología Genética*. T. 3. *El Pensamiento Biológico, Psicológico y Sociológico*. México: Paidós.
- Piaget, J. ([1957] 1970). Programa y Métodos de la Epistemología Genética. En J. Piaget y otros. *Psicología, Lógica y Comunicación*. Buenos Aires: Nueva Visión.
- Piaget, J. ([1964] 1981). *Seis Estudios de Psicología*. México: Seix-Barral.
- Piaget, J. ([1967a] 1973). *Biología y Conocimiento*. Madrid: Siglo XXI.
- Piaget, J. ([1967b] 1979). El Sistema y la Clasificación de las Ciencias. En J. Piaget (ed.), *Tratado de Lógica y Conocimiento Científico*. Vol. VII. *Clasificación de las Ciencias y Principales Corrientes de la Epistemología Contemporánea*. Buenos Aires: Paidós.
- Piaget, J. ([1970] 1981). La Teoría de Piaget. *Infancia y Aprendizaje*. Monografía Núm. 2, 13-54.
- Piaget, J. ([1974] 1979). Adaptación Vital y Psicología de la Inteligencia. México: Siglo XXI.
- Piaget, J. y García, R. ([1980] 1982). *Psicogénesis e Historia de la Ciencia*. México: Siglo XXI.
- Pinker, S. ([1997] 2004). *Cómo Funciona la Mente*. Barcelona: Destino.
- Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. A. (2000). *Aprender y Enseñar Ciencia*. Madrid: Morata.
- Reed, S. K. (1972). Pattern recognition and categorization. *Cognitive Psychology*, 3, 382-407.
- Reiss, M. J., Tunnicliffe, S. D., Andersen, A., Bartoszeck, A., Carvalho, G., Chen, S., Jarman, R., Jónsson, S., Manokore, V., Marchenko, N., Mulemwa, J., Novikova, T., Otuka, J., Teppa, S. & Vann Rooy, W. (2002). An international study of young peoples' drawings of what is inside themselves. *Journal of Biological Education*, 36, 2, 58-64.
- Richards, D. & Siegler, R. (1984). The effects of task requirements on children's life judgments. *Child Development*, 55, 1687-1696.
- Richardson, D. (1990). A survey of students' notions of body function as teleologic or mechanistic. *Am. J. Physiol.*, 258, S8-S10.
- Rodrigo, M. J., Rodríguez, A. y Marrero, J. (1993). Teorías sobre la Construcción del Conocimiento (pp. 33-66). En M. J. Rodrigo, A. Rodríguez y J. Marrero

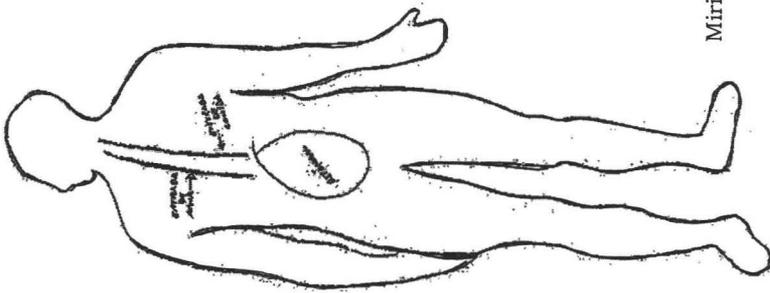
- (Eds.), *Las Teorías Implícitas. Una Aproximación al Conocimiento Cotidiano*. Madrid: Aprendizaje-Visor, pp. 33-66.
- Rowlands, M. (2001). The development of children's biological understanding. *Journal of Biological Education*, 35 (2), 66-68.
- Rozin, P., Fallon, A. & Augustoni-Ziskind, M. (1985). The child's conception of food: The development of contamination sensitivity to "disgusting" substances. *Developmental Psychology*, 21, 6, 1075-1079.
- Ruiz, R. y Ayala, F. (2000). *El método de las ciencias. Epistemología y darwinismo*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Samarapungavan, A., Vosniadou, S. & Brewer, W. F. (1996). Mental models of the earth, sun and moon: Indian children's cosmologies. *Cognitive Development*, 11, 491-521.
- Samarapungavan, A. & Wiers, R. (1997). Children's thoughts on the origin of species: A study of explanatory coherence. *Cognitive Science*, 21, 2, 147-177.
- Schilder, P. & Wechsler, D. (1935). What do children know about the interior of the body? *International Journal of Psychoanalysis*, 16, 355-360.
- Siegal, M. (1988). Children's knowledge of contagion and contamination as causes of illness. *Child Development*, 59, 1353-1359.
- Siegal, M. (2002). The science of childhood. In P. Carruthers, S. Stich & M. Siegal (eds.), *The cognitive basis of science*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, pp. 300-315.
- Slaughter, V., Jaakkola, R. & Carey, S. (1999). Constructing a coherent theory: Children's biological understanding of life and death. In M. Siegal & C. Peterson (eds.), *Children's understanding of biology and health*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, pp. 71-96.
- Slaughter, V. & Lyons, M. (2003). Learning about life and death in early childhood. *Cognitive Psychology*, 46, 1-30.
- Simeonsson, R., Buckley, L. & Monson, L. (1979). Conceptions of illness causality in hospitalized children. *Journal of Pediatric Psychology*, 4, 1, 77-84.
- Simons, D. J. & Keil, F. C. (1995). An abstract to concrete shift in the development of biological thought: The insides story. *Cognition*, 56, 129-163.
- Smith, C. U. M. ([1975] 1977). *El Problema de la Vida. Ensayos sobre los Orígenes del Pensamiento Biológico*. Madrid: Alianza Editorial.
- Smith, E. & Medin, D. (1981). *Categories and concepts*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Solomon, G., Johnson, S., Zaitchik, D. & Carey, S. (1996). Like father, like son: Young children's understanding of how and why offspring's resemble their parents. *Child Development*, 67, 151-171.
- Solomon, G. & Cassamites, N. (1999). On facts and conceptual systems: Young children's integration of their understanding of germs and contagion. *Developmental Psychology*, 35, 1, 113-126.
- Southerland, S., Abrams, E., Cummins, C. & Anzelmo, J. (2001). Understanding students' explanation of biological phenomena: Conceptual frameworks or P-prims. *Science Education*, 85 (4), 328-348.
- Speece, M. & Brent, S. (1984). Children's understanding of death: A review of three components of a death concept. *Child Development*, 55, 1671-1686.

- Spelke, E. (1991). Physical knowledge in infancy: Reflections on Piaget's theory. In S. Carey & R. Gelman (eds.), *The epigenesis of mind: Essays on biology and cognition*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 133-169.
- Springer, K. (1996). Young children's understanding of a biological basis for parent-offspring relations. *Child Development*, 67, 2841-2856.
- Springer, K. (1999). How a naive theory of biology is acquired. In M. Siegal & C. Peterson (eds.), *Children's understanding of biology and health*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, pp. 45-70.
- Springer, K. & Keil, F. (1989). On the development of biologically specific beliefs: The case of inheritance. *Child Development*, 60, 637-648.
- Springer, K. & Keil, F. (1991). Early differentiation of causal mechanisms appropriate to biological and nonbiological kinds. *Child Development*, 62, 767-781.
- Suárez, E. (2000). El Organismo como Máquina: Descartes y las Explicaciones Biológicas. En C. Álvarez y J. R. Martínez (coords.), *Descartes y la Ciencia del Siglo XVII*. México: Siglo XXI-UNAM, pp. 138-159.
- Sungur, S., Tekkaya, C. & Geban, O. (2001). The contribution of conceptual change texts accompanied by concept mapping to students' understanding of the human circulatory system. *School Science and Mathematics*, 101, 2, 91-101.
- Texeira, 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.
- Tunncliffe, S. D. & Reiss, M. J. (1999). Student's understanding about animal skeletons. *International Journal of Science Education*, 21, 11, 1187-1200.
- Turner, S. (1997). Children's understanding of food and health in primary classrooms. *International Journal of Science Education*, 19, 491-508.
- Tversky, A. (1972). Features of similarity. *Psychological Review*, 84, 4, 327-352.
- Vinh-Bang ([1968] 1970). El Método Clínico y la Investigación en Psicología del Niño. En J. de Ajuriaguerra, B. Inhelder y colaboradores, *Psicología y Epistemología Genéticas*. Buenos Aires: Proteo.
- Vygotski, L. S. ([1934] 1982). *Pensamiento y Lenguaje*. Obras Escogidas, Vol. II. Madrid: Aprendizaje-Visor.
- Wandersee, J., Mintzes, J. & Novak, J. (1994). Research on alternative conceptions in science. In D. L. Gabel (ed.), *Handbook of research on science teaching and learning*. New York: Mcmillan Publishing Company, pp. 177-210.
- Watson, J., Gelman, S. A. & Wellman, H. (1998). Young children's understanding of the non-physical nature of thoughts and the physical nature of the brain. *British of Developmental Psychology*, 16, 321-335.

ANEXO 1

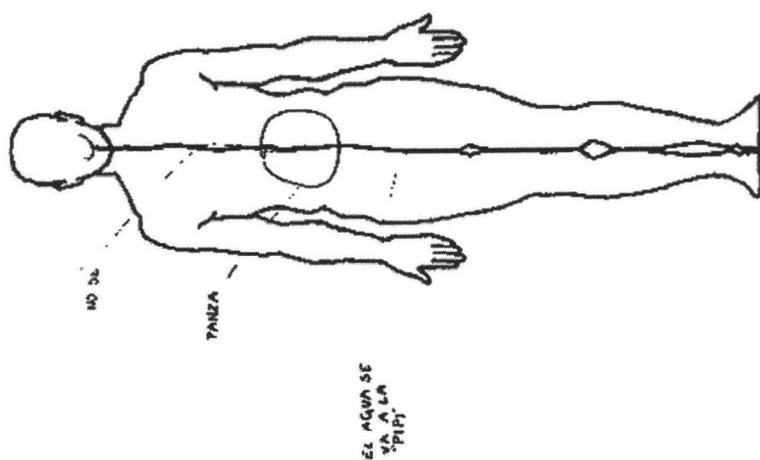
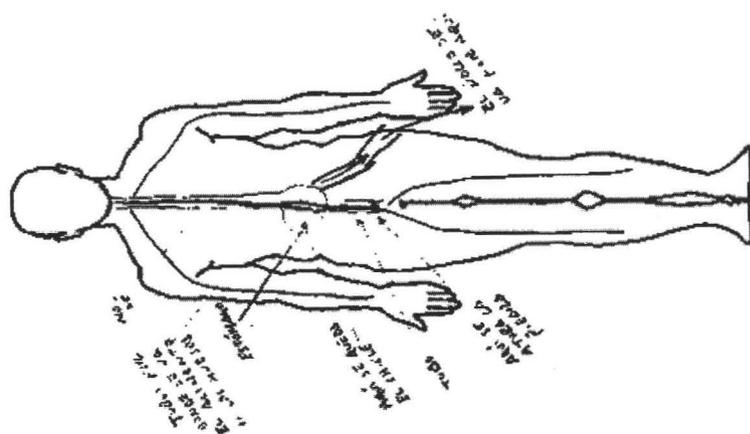


Arturo (8;09)

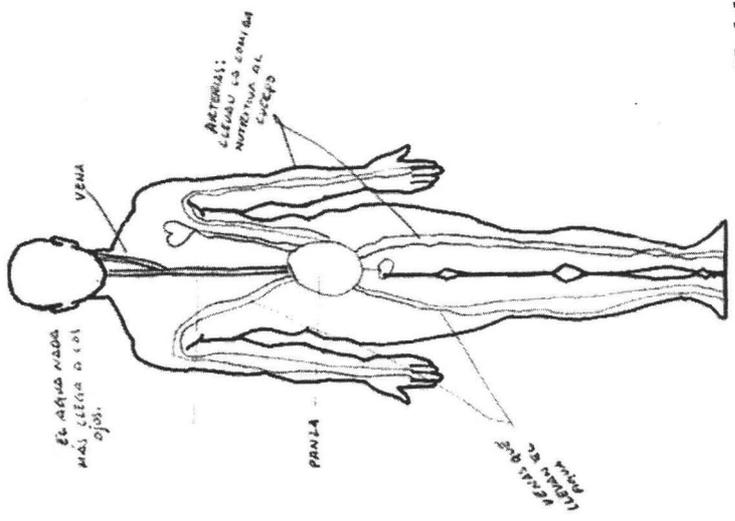
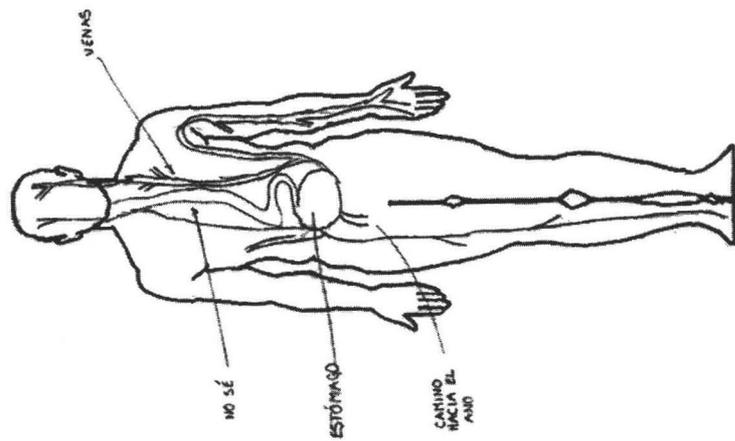


Miriam (6;09)

ANEXO 2



Modelo A



Modelo B

ANEXO 3

CUESTIONARIO 1a

Nombre: _____
Edad: _____
Grado: _____
Número de sujeto: _____

Instrucciones: Te voy a hacer una serie de preguntas acerca de lo que pasa en tu cuerpo cuando comes ciertos alimentos. También te voy a pedir que dibujes algunas cosas. Esto no es un examen y, por lo tanto, no hay respuestas buenas ni malas; lo que importa es que me digas lo que creas o pienses sobre lo que te voy a preguntar.

Vamos a comenzar.

A. “¿Sabes que es lo que hay dentro de nuestro cuerpo?” Después de que el sujeto haya mencionado algunos de los elementos, y se esté seguro de que comprendió la pregunta, se le muestran dos siluetas anatómicas humanas (vista anterior y posterior) y se le dice: “¿Podrías dibujar en estas siluetas, todo lo que tu crees que hay al interior de nuestro cuerpo?”

Una vez terminado el dibujo se le pregunta por los nombres de cada uno de los elementos que haya dibujado, los cuales se anotarán sobre el mismo dibujo.

B. Ahora, voy a hacerte una serie de preguntas:

1. “¿Qué entiendes cuando se dice que un alimento es nutritivo?”

R: _____

1.1 “Podrías mencionarme 3 alimentos que para ti son nutritivos?”

1. _____
2. _____
3. _____

2. “¿Para qué crees que le sirve a la gente comer alimentos nutritivos?”

R: _____

3. “¿Qué entiendes cuando se dice que un alimento, es alimento “chatarra”?”

R: _____

3.1 "Podrías mencionarme 3 alimentos que para ti son alimento "chatarra"?"

1. _____
2. _____
3. _____

4. "Tu crees que los alimentos "chatarra", sean nutritivos?" SI _____ NO _____

"¿Por qué?" _____

5. "¿Para qué crees que le sirve a la gente comer alimentos *chatarra*?"

R: _____

Se presentan 8 fotografías de alimentos: manzanas, pescado, arroz, verduras, papas-sabritas, pelón pelo-rico, gansito y malvaviscos. Después, se da la siguiente consigna:

6. "Coloca a tu derecha los alimentos que creas son alimentos *nutritivos* y, a tu izquierda, los que tu pienses que son alimentos *chatarra*."

Derecha	Izquierda
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Una vez realizado lo anterior, se tomará un elemento de cada uno de los grupos y se le preguntará:

7. "¿Por qué crees que _____ es un alimento nutritivo?"

R: _____

8. "¿Por qué crees que _____ es un alimento *chatarra*?"

R: _____

C. "Muy bien. Ahora voy a pedirte lo siguiente."

9. "¿Crees que la manzana es un alimento nutritivo?"

SI _____ NO _____

10. "¿Por qué crees que la manzana es un alimento nutritivo?"

R: _____

“Ahora te voy a contar lo siguiente:

“Un niño toma un pedazo de manzana y se lo come. Primero lo metió en su boca, después lo comenzó a masticar y, por último, se lo tragó”.

(En ese momento se le presentan 5 fotografías que muestran diferentes aspectos del alimento ingerido.)

11. “Fíjate bien en estas fotografías, ¿podrías elegir cual de ellas muestra el aspecto que tenía el trozo de manzana antes de que el niño lo metiera en su boca?”

R: _____

12. “Ahora, ¿puedes decirme cuál de las fotografías muestra el aspecto que tiene la manzana después de que el niño se la tragó?”

R: _____

13. “¿Qué crees que haya sucedido para que la manzana pasara, de tener este aspecto _____ a tener este _____?”

R: _____

14. “¿Para qué crees que el niño masticó la manzana?”

R: _____

15. “Después de que el niño se tragó la manzana, ¿crees que la manzana llega a algún lugar?”

R: _____

16. “En el momento en que llega a _____, ¿puedes decirme cuál de las fotografías muestra el aspecto que tiene la manzana cuando llega allí?”

R: _____

17. “Cuando el niño se tragó la manzana, su aspecto era _____; pero cuando llegó a _____, su aspecto es _____. ¿Qué sucedió para que pasara de tener este aspecto _____ a tener este _____?”

R: _____

18. "Después de que la manzana llegó a _____, ¿tu crees que llegará a otro lugar?"

R: _____

19. "En el momento en que llega a _____, ¿puedes decirme cuál de las fotografías muestra el aspecto que tiene la manzana cuando llega allí?"

R: _____

20. "Cuando la manzana llegó a _____, su aspecto era _____; pero ahora que llegó a _____, su aspecto es _____. ¿Qué sucedió para que pasara de tener este aspecto _____ a tener este _____?"

R: _____

21. "¿La manzana llegará a otras partes de cuerpo?" R: _____

22. "¿A cuáles partes llega?"

R: _____

22.1 "¿Cómo llega la manzana a esas otras partes del cuerpo?"

22.2 "¿Por qué la manzana no llega a otras partes del cuerpo?"

R: _____

23. "¿Me podrías decir cuál es el aspecto que tiene la manzana, cuando llega a esas otras partes del cuerpo?"

R: _____

24. "Y cuando la manzana llega a otras partes del cuerpo, ¿crees que su aspecto vuelva a cambiar?"

R: _____

D. "Te voy a hacer otras preguntas."

25. "¿Qué crees que suceda con la manzana, después de que pasen 2 horas de que el niño se la haya comido?"

R: _____

26. "¿Me podrías decir cuál será el aspecto que tendrá la manzana, después de que pasen 2 horas de que el niño se la haya comido?"

R: _____

27. "Y después de que pasen 24 horas (un día), ¿qué crees que pasará con la manzana?"

R: _____

28. "¿Crees que la manzana que el niño se comió, o una parte de ella, saldrá cuando haga popó?"

R: _____

29. Si sale. "¿Seguirá siendo manzana?"

R: _____

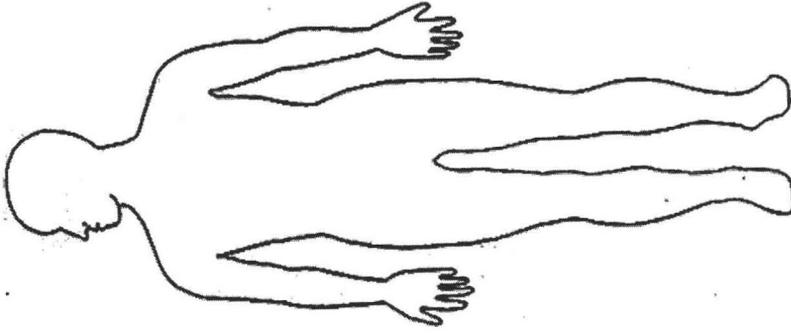
30. Si no sale. "¿Dónde se quedó la manzana?"

R: _____

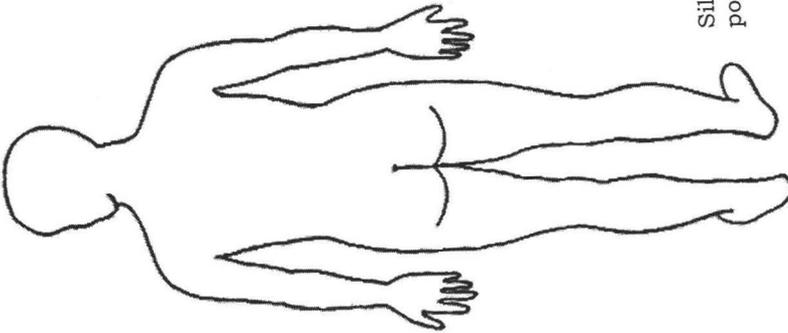
E. Se le muestran dos siluetas anatómicas humanas (vista anterior y posterior) y se le dice:

31. "Por último, ¿podrías dibujar en estas siluetas, por dónde pasó la manzana desde que el niño la mordió, hasta que llegó a _____? Dibuja todos los lugares por donde crees que pasó".

ANEXO 4

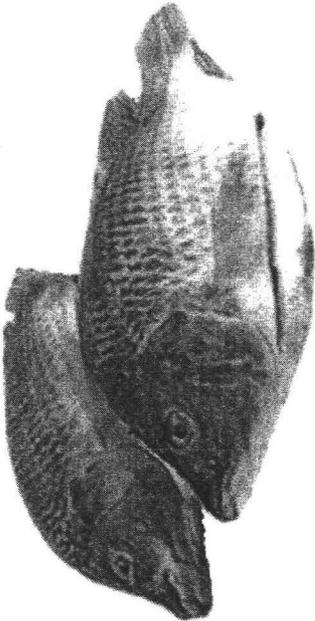
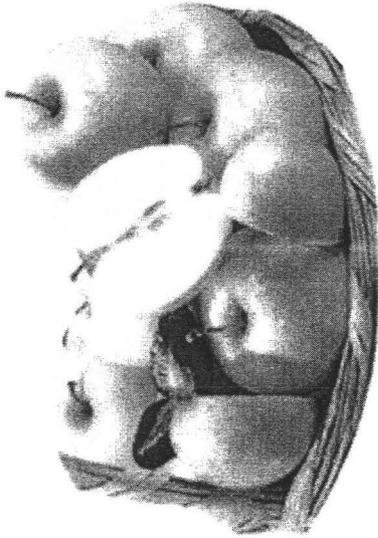


Silueta vista anterior



Silueta vista posterior

ANEXO 5



Alimentos "nutritivos"



Alimentos "chatarra"

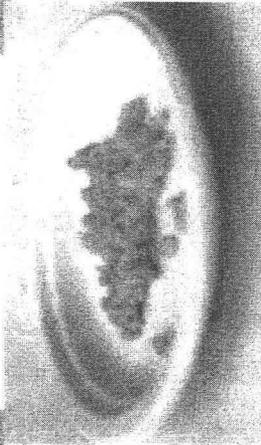
ANEXO 6



p2



p5



p3

Secuencia de la
transformación del
alimento



p1



p4