

119
2ej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE PSICOLOGIA

**LA PSICOGENESIS DEL CONOCIMIENTO
BIOLOGICO**

**NOCIONES ANATOMICO-FISIOLOGICAS DEL
INTERIOR DEL CUERPO EN EL NIÑO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN PSICOLOGIA

P R E S E N T A N :

MARIA LUISA PARRA VELASCO

CECILIA WECKMANN GONZALEZ

DIRECTOR DE TESIS

LIC. RIGOBERTO LEON SANCHEZ

MEXICO, D. F.

1992

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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 está 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.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

ÍNDICE

I. Introducción	2
II. Marco teórico	
Capítulo 1. La teoría piagetiana	3
Referencias	18
Capítulo 2.	20
Apartado i. El conocimiento matemático	21
Referencias	31
Apartado ii. El conocimiento físico	32
Referencias	37
Apartado iii. El conocimiento biológico	38
Referencias	51
III. Planteamiento del problema	53
IV. Material y método	54
V. Resultados	63
VI. Discusión	87
IX. Apéndices	99

INTRODUCCIÓN

Jean Piaget realizó un estudio epistemológico de ciencias como las matemáticas, la física y la biología, entre otras. Estos estudios lo llevaron a buscar en el niño, a través del método psicogenético, las estructuras de pensamiento que subyacían a la construcción de dichos conocimientos; sin embargo, este tipo de estudio no se realizó en torno a la construcción del conocimiento biológico. Es así que surge el interés por realizar un estudio psicogenético del conocimiento biológico, en particular en lo que respecta a las nociones anatómico-fisiológicas del interior del cuerpo humano en los niños. Este estudio puede ser de relevancia para la enseñanza del conocimiento biológico, así como en el posible mejoramiento de los libros de texto en lo que respecta a la información del cuerpo humano.

Capítulo 1

Ha sido en el campo de la psicología y de la pedagogía donde la teoría del conocimiento de Jean Piaget ha tenido una importancia especial dadas ciertas posibilidades educativas. Sin embargo, los inicios de tal teoría no se encuentran en el campo educativo, sino en un interés por parte del autor hacia los mecanismos de producción de conocimiento, especialmente científico.

Jean Piaget era principalmente epistemólogo; sin embargo, formuló una teoría psicológica del conocimiento, dado que las teorías de ese tipo, prevalencias en ese momento, no eran suficientes para dar respuesta a las nuevas interrogantes que él planteaba con respecto al conocimiento; las epistemologías tradicionales se preguntaban por el qué se conocía y el cómo se conocía, mientras Piaget, por otro lado, planteaba la pregunta de como se pasa de un estado de menor conocimiento a uno de mayor conocimiento.

Este cambio de pregunta supone un paso en el cual la epistemología genética queda vinculada a la psicología, en el sentido de que ésta proporciona la herramienta necesaria desde el punto de vista de la comprobación empírica. Es decir, la psicología se vuelve la disciplina experimental de la Epistemología Genética, y el niño se vuelve el laboratorio natural desde donde se puede analizar y responder a dicha pregunta. En este sentido, se entiende por qué Piaget no ha de ser considerado como un psicólogo, sino como un epistemólogo que utiliza a la Psicología para esclarecer los mecanismos fundamentales por los cuales se construye el conocimiento, hasta llegar al estudio de las ciencias, contemplando a éstas como la expresión más acabada del conocimiento humano.

Al plantear su noción de epistemología genética, Piaget habla de dos elementos fundamentales, esto es, dos puntos esenciales que toda epistemología debe considerar: las cuestiones de hecho y las cuestiones de validez. Toda epistemología debe cubrir ambas, ya que no sólo se trata de analizar hechos (en cuyo caso la epistemología se reduciría a una psicología) ni sólo de analizar la validez de tales hechos (en cuyo caso

hablaríamos de la lógica pura). Para poder respetar ambas cuestiones, pues, la epistemología genética tiene como uno de sus principios la colaboración entre diferentes disciplinas. Es así como debe intervenir tanto la lógica (en lo que respecta a la formalización de las etapas del desarrollo cognoscitivo), al mismo tiempo que la psicología (para estudiar el desarrollo como tal), así como la matemática (en cuanto a las relaciones entre la lógica y el dominio que se considere) y la cibernética (en cuanto a las relaciones entre la psicología y la lógica).

Obedeciendo a lo anterior, Piaget también atendió los elementos concernientes tanto al sujeto cognoscente como al objeto a conocer (1). Es, pues, a partir de estos dos elementos que Piaget recurre a una epistemología genética, de la cual pretende hacer una ciencia con preguntas delimitadas y la verificación de las mismas a partir de la experimentación.

Bajo esta perspectiva, el problema central que aborda la psicología genética de Jean Piaget es la construcción del pensamiento racional.

Es necesario reconocer dos consideraciones básicas, las cuales dan coherencia a la teoría: el construccionismo y el interaccionismo.

Para Piaget, el conocimiento no se encuentra preformado en el sujeto (como lo sostiene el Racionalismo) ni deviene directamente del objeto (como lo postula el Empirismo), sino que es construido por el sujeto a partir de la interacción constante entre el sujeto y el objeto. Esto es, se trata de un proceso de continua construcción, que se modifica y perfecciona, haciendo uso de elementos previos para arribar a niveles superiores.

Para definir mejor su posición epistemológica, Piaget realiza una crítica de la filosofía empirista, por un lado, y racionalista, por el otro. Comenta que en la historia de las epistemologías clásicas, sólo el empirismo ha recurrido a la psicología, pero esto sin que realmente se hayan preocupado por hacer análisis rigurosos y verdaderamente experimentales (2). Por el contrario, se han limitado a recurrir al sentido común y a hacer especulaciones acerca de los procesos psicológicos de la experiencia. Por

otro lado, al analizar el racionalismo, comenta que éste considera la existencia de un instrumento de conocimiento ajeno, superior o anterior a la experiencia (3). Asimismo, dicho racionalismo sufre, para Piaget, de la misma falta que el empirismo, es decir, carece de todo apoyo en la verificación efectiva, propia del verdadero método científico. En contraste con todo lo anterior, Piaget plantea la necesidad de seguir con rigor el método científico que permita una comprobación de las hipótesis planteadas; por lo tanto, ofrece los siguiente métodos:

1) método formalizante, que se refiere a los problemas de estructura formal del conocimiento y validez de estos sistemas;

2) método psicogenético, que abarca los problemas referidos a la caracterización de los estados de conocimiento en diferentes niveles y los mecanismos que se requieren para pasar de uno a otro;

3) método histórico-crítico, que es la re-construcción de la historia de la ciencia respecto al análisis de los procesos que llevan de un nivel de conocimiento a otro. Estos métodos son los instrumentos para esclarecer el devenir por el cual se pasa de un estado de menor conocimiento a otro más completo.

Al hablar de método histórico-crítico, Piaget se refiere a que en su concepto de epistemología, ésta deja de ser parte de la metafísica cuando se delimita metódicamente su objetivo. Ahora se trata de determinar, por ejemplo, los procesos por los cuales atraviesa un campo de estudio muy específico o un conocimiento bien definido (en lugar de preguntarse acerca del proceso del conocimiento en general).

Para conocer, es necesaria la interacción sujeto-objeto, la cual se establece a partir de la acción; sin embargo, no sólo es necesaria la acción del sujeto sobre el objeto, sino también que el primero posea ciertas estructuras de pensamiento que le sirvan como "órganos de conocimiento". Hay que subrayar que estas estructuras no preceden a la formación de conocimiento a través de la acción, sino que se van constituyendo según los requerimientos de la acción misma. Con respecto al objeto, Piaget señala que éste es un límite al cual nos aproximamos sin poderlo alcanzar y agrega que es precisamente la "conquista" de un objeto determinado lo que

constituye el objetivo de una ciencia. Así, pues, se dice que todo conocimiento deviene de la acción y versa sobre las transformaciones, pues es precisamente a partir de aquella que el sujeto construye esquemas cada vez más amplios y complejos. Tales "esquemas de acción" pueden ser definidos como aquello propio de alguna acción que es susceptible de ser traspuesto o generalizado a nuevas situaciones(4). Se puede decir que conocer un objeto implica incorporarlo a los esquemas de acción del sujeto.

Los dos componentes básicos de la acción son la asimilación y la acomodación. La asimilación es concebida por Piaget "en la acepción amplia de una integración en estructuras previas" (5). Dichas estructuras pueden permanecer inalteradas, o bien resultar modificadas por la introducción de una experiencia nueva para el sujeto, a la vez que se acomodan a la nueva situación. Esto obedece al postulado según el cual todo esquema de asimilación tiende a incorporar los elementos exteriores a él y compatibles con su naturaleza, así como a otro según el cual todo esquema de asimilación se encuentra obligado a acomodarse a los elementos que asimila, es decir, a modificarse en función de sus particularidades, pero sin perder su continuidad (6). La asimilación, que consta de dos elementos: un objeto externo y un sujeto, puede ser deformante cuando las estructuras del sujeto lo conducen a hacer interpretaciones falsas de la realidad (7), como cuando un niño piensa que una bola de plastilina tiene menos cantidad de masa cuando se le convierte en una salchicha. La acomodación, complemento inseparable de la asimilación, consiste en que las estructuras o "sistemas de comprensión del individuo" (8) se re-estructuran de modo que alcanzan una interpretación de la realidad superior al nivel anterior. En la acomodación también participan el sujeto y el objeto, y se da a raíz de un desequilibrio provocado por la confrontación entre las estructuras del sujeto y una situación nueva, a la cual aquellas deben adecuarse (reestructurarse). Se puede hablar de asimilación recíproca cuando dos esquemas o dos subsistemas se aplican a los mismos objetos (mirar y coger) o se coordinan sin tener necesidad de contenido real. Asimilación y acomodación se encuentran en equilibrio; esta es sólo una de las tres formas de equilibración que Piaget reconoce. Las otras dos son: una, entre los subsistemas, y otra, entre la diferenciación y la integración de los subsistemas y la totalidad que los engloba. (9).

La acción es la que permite a Piaget señalar una continuidad entre lo biológico y lo psicológico: En la acción, o para ser más exactos, en la interacción entre el ser humano y los objetos, se construyen las formas de pensamiento cuya evolución analiza la psicología genética con el fin de cumplir su cometido y mostrar la continuidad entre la vida y el pensamiento. . Esto es en el sentido de que la acción constituye la fuente de la lógica; tanto de la lógica de acciones de la inteligencia sensorio-motriz como de la lógica de clases o de la lógica proposicional.

Ahora bien, Piaget distingue dos tipos de experiencia, dos maneras de ejecutar la acción: por un lado, está la experiencia física, en la cual el sujeto, para comprender las propiedades del objeto, aplica a éste los esquemas de que dispone, atribuyéndole significaciones y asimilándolo. Por otro lado está la experiencia lógico-matemática, en la cual el sujeto no pretende conocer las propiedades físicas del objeto, sino abstraer las propiedades de sus esquemas y acciones a partir de la experimentación. Estos dos tipos de esquemas constituyen dos vías distintas y complementarias para acceder al conocimiento. En cierta medida habría que preguntarse hasta dónde podríamos distinguir diferentes tipos de conocimiento a partir de cómo se combinan estas experiencias; de esta forma, podríamos hablar de conocimiento físico, conocimiento lógico-matemático, conocimiento social, conocimiento histórico y conocimiento biológico, entre otros.

El proceso de desarrollo del pensamiento racional (es decir, el paso de un estado de menor conocimiento a otro de mayor conocimiento) implica tiempo. Éste, como lo planteó Piaget, puede ser diferenciado en períodos, los cuales están sujetos a una serie de criterios: 1) orden de secuencia, es decir, que es necesario que el orden en que se den las adquisiciones sea constante, aunque varíe la edad cronológica de cada sujeto. Este orden de secuencia es: período sensorio-motor, período de las operaciones concretas y período de las operaciones formales; 2) carácter integrativo, o sea, todo período sirve de base para la construcción del siguiente, ya que se integra en un nivel cualitativamente diferente en el momento en que lo anterior es reorganizado en lo superior (por ejemplo, los esquemas de acción

son reorganizados al nivel de la representación); 3) estructura de conjunto, en el sentido de que cada período está definido por una estructura que lo caracteriza y lo determina, de tal manera que, una vez alcanzada una estructura, se pueden determinar todas las operaciones que recubre (10). Una estructura consta de "elementos y relaciones que los unen, pero sin que sea posible definir estos elementos independientemente de las relaciones en juego" (11).

De esta manera, podemos suponer que diferentes organizaciones de los conocimientos reflejarán diferentes maneras de pensar. Las estructuras organizan las conductas y nos hacen distinguir un período de otro, determinándolo. Dichos períodos, caracterizados por ciertas conductas, reflejan las estructuras mentales, a saber: el grupo práctico de los desplazamientos (en el caso del período sensorio-motor), el agrupamiento matemático, (en el caso del período operacional concreto), y el grupo matemático o retículo INRC (en el caso del período de las operaciones lógico-formales).

El grupo práctico de los desplazamientos, la estructura propia del período sensorio-motor, consiste en una organización de las posiciones y de los desplazamientos que el niño realiza materialmente en el espacio. Cuando el niño cuenta con esta estructura, domina diversos puntos: a) el hecho de que un desplazamiento AB y un desplazamiento BC pueden coordinarse en uno solo; b) todo desplazamiento AB puede ser invertido en BA; c) la composición del desplazamiento AB y de su inverso BA da el desplazamiento nulo AA; d) los desplazamientos son asociativos, es decir, que de la serie ABCD se tiene que $AB + BD = AC + CD$ (un mismo punto D puede ser alcanzado por caminos diferentes) (12). Los agrupamientos, propios del período de operaciones concretas, "constituyen encadenamientos progresivos, que implican composiciones de operaciones...." (13). Tales operaciones pueden ser directas (una clase A reunida con su complementaria A', da la clase total B), inversas ($B - A' = A$); idénticas ($+ A - A = 0$); tautológicas ($A + A = A$), y parcialmente asociativas: $[A + A'] + B' = A + [A' + B']$, pero $[A + A] \cdot A = A + [A \cdot A]$. El retículo INRC constituye la estructura propia del período de las operaciones formales. Está constituida por cuatro operaciones: directa, inversa, recíproca y

correlativa. Estas operaciones no son automáticas, sino que se alcanzan alrededor de los 11-12 años, y son las que permiten al adolescente comprender una serie de relaciones entre fenómenos. Por medio de estas operaciones, el sujeto es capaz de dilucidar cómo están relacionados los fenómenos, es decir, le permiten experimentar sistemáticamente (científicamente), y ya no al azar, con los objetos. Por ejemplo, supongamos que observa dos fenómenos que se presentan juntos, y formula la hipótesis de que uno (p) es causa del otro (q), es decir, la implicación $p \rightarrow q$, que en este caso constituye la operación directa; para probar dicha hipótesis, necesita verificar que no se den casos en que el primero se presente sin el segundo (es decir, la operación inversa o negación $p \rightarrow q$, que significa que p no implica a q). El sujeto también se puede preguntar si no es el segundo evento (q) el que implica al primero (p), es decir, $q \rightarrow p$. Esta es la operación recíproca de $p \rightarrow q$. Para verificar esta nueva hipótesis, tendrá que probar su operación inversa ($p \rightarrow q$), es decir, probar si no se dan casos en los que haya q sin p. Esta operación $p \rightarrow q$, inversa de $q \rightarrow p$, es a su vez la correlativa de nuestra operación original, $p \rightarrow q$. En resumen, tenemos:

Directa: $p \rightarrow q = p$ implica a q

Inversa: $p \rightarrow q = p$ no implica a q

Recíproca: $q \rightarrow p = q$ implica a p

Correlativa: $p \rightarrow q = q$ no implica a p

En estas cuatro operaciones está basado el método científico de verificación de hipótesis, el cual se caracteriza por probar hipótesis de manera sistemática y controlada.

En términos generales, toda estructura tiene una génesis y presenta a su término un estado de mayor equilibrio, pero este equilibrio es relativo. La tendencia de la inteligencia, según Piaget, es una tendencia hacia el equilibrio, entendiendo a éste como una interacción cada vez más perfeccionada entre el sujeto y su medio. Antes de proseguir con este tren de ideas, es conveniente hacer notar cómo estas nociones obedecen a la formación biológica del autor. Ampliamente formado en el campo de la Biología, Piaget supo aplicar nociones biológicas a la epistemología. De aquí que, para él, el sujeto cognoscente es siempre un organismo vivo que se relaciona con el medio, y el conocimiento constituye una de las diversas maneras que tiene de relacionarse. Estos dos conceptos de organismo y

medio son esenciales, ya que cada uno es un componente indispensable del proceso de conocimiento, el cual en sí constituye una búsqueda de equilibrio, o más correctamente, de equilibración maximizadora, en el sentido de que nunca se alcanza el equilibrio perfecto, pues el organismo continuamente se encuentra con nuevas fuentes de desequilibrio: un sujeto cognoscente entra en un estado de desequilibrio en el momento en que se enfrenta a un objeto o situación nuevos para él, y reestablece el equilibrio al asimilar aquéllos a sus estructuras de conocimiento. Esto nos lleva a considerar al desarrollo de la inteligencia como: equilibrio-desequilibrio-reequilibrio.

Cuáles son los mecanismos que subyacen al desarrollo del conocimiento? Para Piaget, todo nuevo conocimiento comienza con una perturbación, entendida ésta como cualquier estímulo que dificulta la asimilación, trátase por ejemplo de una situación novedosa a la cual el sujeto nunca antes se había enfrentado, o la resistencia de un objeto a sus intentos por asimilarlo a un esquema ya conocido, como cuando un niño pequeño trata de coger un objeto muy grande de la misma manera en que lo ha hecho con un objeto más pequeño. Si la perturbación no es demasiado difícil de superar, es decir, el sujeto es capaz de acomodar sus esquemas a la nueva situación, se logra la asimilación de ésta y el sujeto da un paso hacia un nivel superior de conocimiento. Para lograr esto, intervienen las regulaciones. Una regulación se da cuando la repetición de una acción es modificada por los resultados de ésta, lo que implica un efecto de rebote de dichos resultados sobre un nuevo desarrollo de la acción. Esto significa que en la regulación interviene un proceso de retroalimentación, que puede ser negativa (en el caso de una corrección de la acción) o positiva (cuando la acción es reforzada). Los dos procesos de retroalimentación, positiva y negativa, son en general necesarios para el funcionamiento de una conducta. Por ejemplo, la adquisición de un hábito implica retroalimentaciones que lo perfeccionan.

Se puede decir que hay dos tipos de regulaciones: las que tratan de conservar un estado (homeostasis), y las que intervienen en la progresión hacia un estado que aún no se ha alcanzado (homeorresis). También se pueden dividir entre aquellas que conciernen a las relaciones del sujeto con

los objetos, y las que conciernen a las relaciones entre esquemas o entre sistemas de esquemas (por ejemplo, cuando se relaciona el esquema de "asir" con el de "chupar": aquí es necesario que intervenga una regulación para coordinar estos dos esquemas). Estas últimas tienen un carácter más complejo. Una tercera dicotomía de las regulaciones concierne a los medios empleados: se distingue entre las regulaciones casi automáticas y las regulaciones activas. Las primeras se refieren a aquellos casos en que los medios se encuentran poco sujetos a variaciones, como en las conductas del período sensorio-motor, mientras que las segundas se refieren a aquellos casos en que el sujeto se ve obligado a cambiar de medios o puede elegir entre varios de ellos (14). Finalmente, el resultado de las regulaciones lo constituyen las compensaciones, cerrando el ciclo: Piaget denomina compensación a "una acción de sentido contrario a un efecto dado, que tiende a anularlo o neutralizarlo" (15).

En la concepción de Piaget, la inteligencia se convierte en un órgano que supera las limitaciones de la vida puramente orgánica, al permitir una diversificación de las acciones que el sujeto puede efectuar en el medio. De este modo, un ser vivo con inteligencia tiene más posibilidades de adaptación que las ofrecidas meramente por los instintos (conductas innatas), pues cuenta con la facultad de diversificar su conducta. Por ejemplo, el reflejo de succión en un bebé, innato de por sí, en pocas semanas es perfeccionado por el ejercicio. Esto es, la conducta de este ser inteligente no se limita a la vida instintiva, sino que atraviesa por continuos cambios que cada vez logran una mayor adaptación al medio.

El desarrollo cognoscitivo, o de la inteligencia o conocimiento, atraviesa diversos períodos, como ya se mencionó. Dichos períodos son:

1. Operaciones Senso-motoras. Este período abarca aproximadamente los primeros dieciocho meses de vida, y se caracteriza por la estructuración senso-motora del ambiente espacial (16). Esto se logra gracias a la ejercitación de los reflejos, la cual conduce gradualmente a un sistema de movimientos y desplazamientos. Estos desplazamientos que el niño realiza son invertibles, es decir, pueden ser realizados en la dirección inversa, de tal modo que el niño puede regresar a su punto de partida después de que ha realizado un desplazamiento.

La inteligencia senso-motora es una inteligencia puramente práctica, pues consiste en resolver problemas en el mero plano de la acción. Puesto que aquí se habla de una inteligencia práctica, cabe distinguir entre pensamiento e inteligencia. La inteligencia consiste en una solución de problemas a través de la coordinación de los medios para llegar a un objetivo que no es directamente accesible, y siempre está apoyada en la acción directa. En cambio, el pensamiento constituye algo mucho más complejo, ya que no necesita apoyarse en dicha acción, sino que opera mediante un simbolismo que se hace posible gracias al lenguaje, las imágenes mentales, etc., es decir que comienza una vez que aparece la función simbólica.

En el período senso-motor ya hay inteligencia, pues a lo largo de éste se puede observar cómo un niño de tan corta edad puede ejecutar una serie de acciones sobre los objetos, y gradualmente empieza a conducir dichas acciones con intencionalidad, la cual aparece una vez que las respuestas del niño dejan de ser meros reflejos (como son en el estadio I) para constituirse en hábitos adquiridos (estadio II). Sobre todo en el estadio III, en el cual comienza a darse la coordinación entre la visión y la prehensión, se distingue mejor una intencionalidad en los actos, a la vez que comienza a haber una diferenciación entre medios y fines. Esto significa que el niño ejecuta un acto, por ejemplo, tirar de un cordón, con el fin de hacer sonar algún objeto, y luego lo generaliza de modo que vuelve a ejecutarlo con diversos fines (provocar otros sonidos, hacer que algo aparezca, etc.) Esto ya se puede considerar como un "umbral de la inteligencia", aunque se trate de una causalidad mágica (17). En el IV estadio, cuando medios y fines están más claramente diferenciados, se da además una coordinación entre ellos. Esto es, diversos esquemas, ya conocidos para el sujeto, se aplican a nuevas situaciones. Por ejemplo, el niño puede aplicar los esquemas de jalar y recoger cuando jala un trapo para descubrir algún objeto, y después lo toma con la mano. Es evidente que lo hace con un fin bien determinado (alcanzar el objeto), para lo cual emplea medios también diferenciados. En el V estadio, hay un avance importante, pues ahora el niño en sus acciones no se limita a utilizar esquemas ya conocidos, sino que busca medios nuevos por diferenciación

de los esquemas conocidos. En el VI estadio, el niño es capaz de buscar medios nuevos, pero ya no sólo por tanteos físicos, sino también a través de combinaciones interiorizadas.

Durante el período senso-motor se dan cuatro procesos fundamentales: la construcción de las categorías del objeto, del espacio, de la causalidad y del tiempo (a este nivel, solamente como categorías prácticas). El esquema del objeto se refiere a la permanencia, es decir, a la creencia de que las cosas siguen existiendo aún cuando no son percibidas. El niño alcanza la permanencia del objeto hacia el final del primer año. El espacio también se construye como resultado de un proceso, y se logra hacia el final del segundo año, cuando todos los espacios (bucal, visual, táctil, etc.), anteriormente aislados entre sí, se coordinan e integran para constituir un espacio general que los contiene. La causalidad se alcanza en el curso del segundo año, cuando el niño empieza a librarse de la anterior causalidad "mágico-fenomenica", resultado de la asociación entre una acción y cierto efecto esperado por el niño: en un principio, la causalidad se halla relacionada con la propia actividad. En cambio, en el curso del segundo año, el niño empieza a objetivar las causas. Finalmente, la objetivación del tiempo corre paralelamente a la de la causalidad.

2. Operaciones Concretas. Abarca de los dos a los once años. En este período aparece la función simbólica (a la cual Piaget prefiere denominar "semiótica", para respetar la diferenciación hecha por los lingüistas entre "símbolos" y "signos"), esencial para la constitución del pensamiento propiamente dicho.

Hasta que se llega a este período se puede hablar de operaciones, esto es, acciones interiorizadas, ejecutadas no solamente en forma material, sino simbólicamente. Es por esto que sólo cuando se alcanza la función simbólica existe la posibilidad de tener pensamiento propiamente dicho. Sin embargo, esto no significa que la imagen en sí sea suficiente para que surjan las operaciones, ya que en un inicio aquélla es estática y discontinua. Esto quiere decir que el paso de la acción a la operación no es automático, ya que consiste en un proceso que atraviesa diversas etapas (tres niveles):

un nivel de acción directa sobre lo real, otro de transición, y finalmente uno de operaciones (acciones interiorizadas).

La función semiótica tiene diversas manifestaciones, como son: a) imitación diferida; b) juego simbólico; c) dibujo; d) imagen mental.

A pesar de la aparición de la función semiótica, en este período todavía existe una gran dependencia de las acciones materiales, pues corresponde a una lógica que se aplica únicamente a objetos manipulables.

Al iniciarse el lenguaje, se abren para el niño posibilidades nuevas. Ahora puede compartir su vida interior como tal. Desde luego que la socialización a través del lenguaje no se da automáticamente, pues en el momento en que empieza a hablar, aún conserva gran parte de su egocentrismo, el cual consiste en una dificultad para situarse en el punto de vista de los demás, tanto en el plano afectivo como en el intelectual. Puesto que el lenguaje permite al sujeto relatar sus actos, ahora él es capaz de reconstruir el pasado y evocarlos en ausencia de los objetos (inicio de la representación). El juego simbólico, también llamado de imitación o de imaginación, consiste en una actividad real del pensamiento que transforma lo real en función de los deseos del niño.

De igual manera, se puede considerar al dibujo del mismo orden que el lenguaje o los juegos simbólicos: es una forma de expresión donde se manifiestan cambios cualitativos con una sucesión cronológica (ver Método, p.) donde también hay una repercusión de la función semiótica en el momento en que el niño deja de hacer "garabatos" para empezar a dibujar ciertas formas con la intención de que representen a un objeto determinado (aun cuando no haya semejanza de tipo visual).

También propios de esta etapa son el finalismo, artificialismo y animismo infantiles, los tres resultado del egocentrismo. El finalismo es una tendencia a creer que todos los fenómenos de la naturaleza tienen alguna finalidad, del mismo modo en que toda conducta humana la tiene: por ejemplo, creer que los lagos o las montañas fueron puestos en donde están con una finalidad específica en beneficio del hombre. El artificialismo consiste en creer que todos los fenómenos u objetos naturales fueron

creados por hombres. El animismo es la tendencia a atribuir "vida", bajo la forma de pensamientos, sentimientos o intenciones, a los objetos inanimados: un niño puede pensar que, tras haberse golpeado con una mesa, "ella le pegó", etc.

En el estadio operacional concreto, el niño se apoya en gran medida en los datos perceptuales de una situación dada para resolver algún problema. Es decir, aún no es capaz de hacer deducciones independientemente de la percepción inmediata, y llega incluso a dejarse "engañar" por la apariencia de las cosas. De los siete a los doce años, hay una mayor socialización. Ahora el niño es capaz de sostener una discusión con sus compañeros. Aparece un sistema de operaciones coordinadas que tienen la propiedad de ser reversibles. Esta reversibilidad determina un cambio estructural fundamental: ahora el niño es capaz de regresar al punto de partida de una operación, lo cual le permite adquirir la noción de conservación. El tiempo, la velocidad y el espacio constituyen ya esquemas generales del pensamiento propiamente dicho.

Hacia los siete años, son descubiertas las operaciones de seriación, en lo que respecta a las longitudes; hacia los nueve años, en lo que respecta a los pesos; y hacia los once o doce años, en lo que se refiere a los volúmenes. También se alcanza el sistema de operaciones necesario para la clasificación.

3. Operaciones lógico-formales. Este período del desarrollo cognoscitivo comienza hacia los once o doce años de edad. Se caracteriza por los siguientes aspectos: por primera vez, el sujeto es capaz de dirigir su pensamiento más allá de lo concreto y lo real, para reflexionar sobre lo posible. Ahora puede construir sistemas y teorías. Se interesa por situaciones futuras y a menudo quiméricas (18). Puede elaborar teorías abstractas. En este período se pasa de la manipulación concreta al plano de las ideas y las proposiciones.

Las operaciones formales aportan al pensamiento un poder nuevo, pues ahora hay una liberación con respecto a la realidad y se pueden formular teorías y reflexiones.

A pesar de estos grandes avances, sucede también en esta etapa que, en un inicio, existe cierto egocentrismo intelectual, tal y como se le observa en los períodos anteriores.

Gradualmente, este egocentrismo es superado en la medida en que el adolescente comprende que su pensamiento debe ir acorde con la realidad. Es así como se reestablece el equilibrio, y este nuevo equilibrio es superior en gran medida al de la etapa anterior, ya que, "además de lo real, engloba las construcciones indefinidas de la deducción racional y de la vida interior" (19).

Ahora que el sujeto posee un razonamiento hipotético-deductivo, tiene la posibilidad de combinar todos los factores que intervienen en una situación dada, de modo que puede resolver problemas de manera experimental, aplicando con rigor principios propios del método científico. La estructura que le permite esto es la combinatoria, la cual reúne cualquier elemento con cualquier otro. La lógica de las proposiciones supone la combinación en un sistema único de las diferentes "agrupaciones" que hasta este momento se basaban en la reciprocidad o en la inversión (20).

Dentro del marco piagetiano, se contemplan varios "factores del desarrollo cognoscitivo", los cuales son: a) la maduración; b) la experiencia física y lógico-matemática; c) la transmisión social; y d) la equilibración. La maduración se refiere al elemento orgánico (básicamente a nivel del sistema nervioso central) como sustento biológico indispensable para que se dé este desarrollo. El segundo factor del desarrollo, la experiencia, se refiere a todo el aprendizaje que el sujeto logra a partir de su interacción con el medio. La transmisión social también juega un papel importante, ya que un niño no se desarrolla aisladamente, sino en constante contacto con los demás. Finalmente, existe un cuarto factor, el de la equilibración, el cual se relaciona con los tres anteriores, en el sentido de que el sujeto, como todo ser vivo, necesita continuamente alcanzar un estado de equilibrio. Recordemos que a este factor se le denomina "equilibración", porque, como ya antes se mencionó, se trata de un equilibrio relativo y nunca absoluto, ya que continuamente hay nuevas fuentes de desequilibrio. Ante esta distinción entre diversos factores, cabe notar la diferencia entre desarrollo

"psicosocial" y desarrollo "espontáneo". El primero es resultado, primordialmente, del tercer factor, es decir, está en función de la influencia social que reciba el individuo. En cambio, el desarrollo espontáneo se refiere a lo que se esperarí­a del sujeto dadas ciertas condiciones puramente orgánicas (maduración); de ahí su nombre. Lo óptimo es que el desarrollo psicosocial supere al espontáneo, gracias a la influencia del medio social.

Para Piaget, todo sujeto cognoscente es un "organismo abierto" que se auto-regula constantemente, en busca siempre de la adaptación. A través de los períodos del desarrollo cognoscitivo, entonces, se avanza de un estado de menor equilibrio a otro estado de mayor equilibrio, lo cual, en términos epistemológicos, puede ser equiparado a "pasar de un estado de menor conocimiento a otro de mayor conocimiento".

CITAS

- [1] Piaget, J. (1986). Psicología y epistemología. Buenos Aires: Emecé Editores, p. 13.
- [2] Idem, p. 10.
- [3] Idem, p. 11
- [4] Piaget, J. (1981). Biología y conocimiento. México: Siglo XXI, pp. 8-9.
- [5] Idem. p. 6.
- [6] Piaget, J. (1978). La equilibración de las estructuras cognoscitivas. Madrid: Siglo XXI, p. 9.
- [7] Moreno y Sastre (1987). Aprendizaje y desarrollo intelectual. Barcelona: Gedisa, p. 23.
- [8] Idem, p. 23.
- [9] Piaget, J. (1978). La equilibración de las estructuras cognoscitivas. Madrid: Siglo XXI, pp. 10-11.
- [10] Piaget, J. Problemas de psicología genética. México: Seix-Barral, pp. 63-64.
- [11] Piaget, J. (1981). Biología y conocimiento. México: Siglo XXI, p. 128.
- [12] Piaget & Inhelder. (1984). Psicología del niño. Madrid: Morata, p. 27.
- [13] Idem, p. 103.
- [14] Piaget, J. (1978). La equilibración de las estructuras cognoscitivas. Madrid: Siglo XXI, pp. 23-25.
- [15] Idem, p. 30.
- [16] Inhelder, B. "Teoría psicogenética del conocimiento. Algunos enfoques piagetianos.", en Gómez-Palacio, M. (comp.) (1986). Psicología genética y educación. México: Dirección General de Educación Especial.
- [17] Piaget & Inhelder (1984). Psicología del niño. Madrid: Morata, p. 21.
- [18] Piaget, J. (1985). Seis estudios de psicología. Colección Obras Maestras del Pensamiento Contemporáneo. México: Editorial Artemisa, pp. 94-95.
- [19] Idem, p. 99.

(20) Piaget, J. (1973). Estudios de psicología genética. Buenos Aires: Emecé, p. 28.

Capítulo 2

Como se mencionó en el capítulo anterior, Piaget considera que la interacción sujeto-objeto se establece a partir de la acción, siendo ésta la fuente de todo conocimiento. Sin embargo, para que se dé este conocimiento, no basta la pura acción del sujeto sobre un objeto determinado, sino que también son determinantes las estructuras de pensamiento que el sujeto posee en ese momento, así como el tipo de objeto al cual se aproxime. El niño, a lo largo de su desarrollo, actúa sobre una serie de objetos, mismos que le permiten construir, de acuerdo con sus estructuras de pensamiento, diferentes nociones y conceptos de tipo lógico, matemático y físico.

Es así como, a lo largo de este capítulo, se analizará el desarrollo de nociones lógicas, matemáticas y físicas que se da en los niños, para finalmente analizar un tipo de pensamiento que para Piaget representa una relación sujeto-objeto diferente a la propuesta para las matemáticas y la física: el conocimiento biológico. Si bien este tipo de conocimiento sólo fue abordado por Piaget desde un punto de vista epistemológico, han sido varios los autores que han abordado el cómo niños de diferentes edades se aproximan a objetos de tipo biológico, como sería la herencia, la concepción y el cuerpo mismo.

I. El conocimiento matemático.

Al abordar el estudio del pensamiento matemático, Piaget (1) hace las siguientes reflexiones: por un lado, las matemáticas concuerdan con la realidad física de manera muy detallada; las estructuras del mundo físico pueden expresarse a partir del lenguaje matemático, como si hubiera una especie de "armonía preestablecida" entre el universo físico y las abstracciones geométricas y analíticas. Por otro lado, este acuerdo no solo se da cuando se descubre una ley física, sino que los esquemas matemáticos, en la medida en que sean deductivamente coherentes, anticipan el contenido experimental que después habrá de llenarlos.

Además, aunque parte de la física se vea expresada gracias a las matemáticas, ésta última la supera en términos de sus generalizaciones, hasta llegar al punto donde ya no sea necesaria la experiencia misma. Un ejemplo de lo anterior lo encontramos cuando Piaget propone que, en un inicio, el niño necesita comprobar a través de la experiencia que $2+4=3+3$. Más tarde, a la edad de 11 o 12 años aproximadamente, el niño ya tiene las estructuras de pensamiento que le permiten dejar a un lado la experiencia física (la comprobación empírica) y llegar a la conclusión, por medio de deducciones, que $2+4$ es equivalente a $3+3$.

La experiencia física es constantemente un punto de partida para nuevos problemas, a partir de los cuales surgen nuevos intereses para la investigación matemática; sin embargo, esto no quiere decir que los matemáticos recurran a la experiencia de la misma forma que lo hacen los físicos, es decir, como un criterio de verdad. "Una proposición matemática es verdadera en la medida en que racionalmente se le ha demostrado y no porque concuerde con la realidad externa" (2).

Es a partir de lo anterior que se desprenden para Piaget dos observaciones: la primera de ellas se refiere al acuerdo que existe entre realidad física y operaciones deductivas. En un principio, estas operaciones son acciones como tales; pero estas mismas se convierten posteriormente en acciones simbólicas interiores más complejas que las acciones o transformaciones experimentales.

De esta primera observación, se desprende la segunda, que se refiere a la "fecundidad" del pensamiento matemático, esto es, a la superación de la realidad física. Esto lleva a Piaget a proponer al pensamiento matemático como una especie de creación, como un

pensamiento constructivo. En otros campos de la ciencia (física o biología), se requiere constantemente de la experimentación para la construcción de tales conocimientos; en cambio la deducción matemática es infinitamente productora.

Ahora bien, con el fin de estudiar desde su génesis al conocimiento matemático y encontrar el porqué de las características anteriormente mencionadas, Piaget se dedicó a estudiar la formación del pensamiento matemático en los niños. A continuación, se presentarán algunos ejemplos de los conceptos matemáticos que el niño va formando a lo largo de su desarrollo.

En ocasiones, se cree que el niño adquiere los conceptos matemáticos gracias exclusivamente a la enseñanza. Sin embargo, no es así: el niño los desarrolla independiente y espontáneamente. La enseñanza prematura de estos conceptos lleva a un aprendizaje meramente verbal; la verdadera comprensión llega con el propio desarrollo mental del niño, como Piaget propone en los siguientes ejemplos (3).

Uno de los conceptos matemáticos más importantes e interesantes es el referente al descubrimiento de las relaciones espaciales por parte del niño.

Históricamente, la geometría comenzó con el sistema euclidiano (se refiere a las figuras, como triángulos, cuadriláteros, círculos, ángulos, etc.); posteriormente, en el siglo XVII, se desarrolló la llamada geometría proyectiva (que trata los problemas de perspectiva); y finalmente en el siglo XIX se desarrolló la topología (que describe las relaciones espaciales, como son interioridad-exterioridad, proximidad, estructuras abiertas y cerradas). Sin embargo, el desarrollo de las nociones espaciales que presenta el niño es, curiosamente, inverso a este orden histórico que ha seguido la geometría; esto es, el niño adquiere primero las nociones topológicas y posteriormente las nociones de geometría euclidiana y proyectiva. A la edad de tres años, el niño ya ha adquirido las nociones topológicas, esto es, ya es capaz de reproducir, aún con limitaciones, figuras abiertas o cerradas. No es sino hasta tiempo después de dominar las relaciones topológicas que el niño empieza a desarrollar las nociones de las geometrías euclidiana y proyectiva. Una vez alcanzado este punto, ambas se construyen simultáneamente.

Para estudiar las construcciones proyectivas, Piaget propone el siguiente experimento, entre otros: se tiene una mesa donde se sienta en uno de sus lados a una muñeca; ante ella se coloca un objeto cualquiera (un reloj, por ejemplo), en una posición determinada; del lado opuesto a la muñeca, se sienta al niño, se le pone una hoja de papel y se le pide que dibuje al objeto pero desde la perspectiva de la muñeca, o bien, se le pide que escoja de entre dos o tres dibujos el que representa el punto de vista de la muñeca. No es sino hasta la edad de 7 u 8 años que el niño deduce correctamente el punto de vista de la muñeca.

De igual manera, la habilidad para coordinar diferentes perspectivas no se tiene sino hasta los 9 o 10 años. Piaget sugirió el siguiente experimento: el experimentador y el niño se sientan a la mesa frente a frente, y el primero muestra al segundo un dibujo que representa una hilera de montañas. Ambos ven el dibujo desde perspectivas opuestas; entonces se le pide al niño que seleccione, de entre varios dibujos, los que correspondan a su perspectiva y a la del experimentador. Los niños muy pequeños escogen los dibujos que sólo representan su punto de vista; es más, si el niño intercambia el lugar con el experimentador, y ve el dibujo desde una perspectiva opuesta, al escoger los dibujos correspondientes, será incapaz de integrar su punto de vista anterior y hará su elección sólo con base en su nueva perspectiva. Sólo hasta los 9 o 10 años, el niño será capaz de integrar otros puntos de vista diferentes a los suyos, y podrá comprender el espacio proyectivo en su forma concreta, aunque no a un nivel teórico.

Una vez que el niño forma el concepto de espacio proyectivo, el concepto de espacio euclidiano se forma de manera conjunta; uno se basa en el otro.

Para Piaget, los niños construyen estos conceptos geométricos, así como la medición y el número, gracias a las operaciones lógicas que poseen, esto quiere decir que las operaciones lógicas son un "pre-requisito" para la construcción de los conceptos matemáticos. Para ejemplificar lo anterior, Piaget e Inhelder realizaron el siguiente experimento, en el cual se estudió cómo los niños aprenden espontáneamente a medir: se le mostró al niño una mesa sobre la cual se había construido una torre con bloques de madera; se le pidió que construyera otra torre en otra mesa (la cual estaba más alta o más baja que la original) y se le proporcionaron todas las herramientas de medida necesarias. Los niños más pequeños construyeron

su torre al mismo nivel visual de la primera, sin preocuparse por la diferencia de altura entre las mesas; la manera de comparirlas era pararse junto a ellas y mirarlas. Los niños un poco más grandes unían la parte más alta de las torres por medio de una vara larga, para asegurarse de que medían lo mismo, pero al darse cuenta de la diferencia de altura entre las mesas, los niños querían mover su torre a la mesa original; al no permitirseles esto, usaron su propio cuerpo como herramienta de medida. Posteriormente surge la idea de medir las torres por medio de una herramienta independiente: en un inicio, el niño construye una tercera torre de la misma altura de la que ya había construido, y pone esta tercera junto al modelo original. De esta manera el niño llega al siguiente razonamiento lógico: si la torre original es "A", la segunda es "C", y la torre que se movió, "B", entonces $B=C$ y $B=A$, por lo tanto $A=C$.

Más tarde, la tercera torre se ve reemplazada por una vara, que inicialmente debe ajustarse al largo de la torre que ha de ser medida; después el niño concibe la idea de usar una vara más larga y marcar en ella el largo de su torre. Finalmente, el niño se da cuenta de que puede usar una vara más pequeña y de que puede medir su torre colocando varias veces la vara a lo largo de ésta.

Este último descubrimiento, con el cual se inicia el concepto de medición, está basado en dos operaciones lógicas: la primera de ellas se refiere a la división, con la cual, el niño se da cuenta de que un todo está formado por un cierto número de partes que se encuentran juntas; la segunda es el desplazamiento o sustitución, que permite al niño poner una parte sobre otras y formar un sistema de unidades. Se podría decir entonces, que el medir es la síntesis de la división y de la sustitución, así como el número es la síntesis de la inclusión de categorías y del orden serial. Sin embargo, el concepto de medir se desarrolla más tarde que el número, dado que es más difícil dividir "un todo continuo en unidades intercambiables", que enumerar elementos que ya están separados.

Para el estudio de la medición en dos dimensiones, Piaget hizo el experimento que se presenta a continuación: Se le presentó a un niño una hoja de papel con un punto dibujado, y se le pidió que en otra hoja dibujara al punto en la misma posición que el modelo. El niño podía usar cualquier instrumento de medición para tal fin. Los niños pequeños se contentaron con hacer un cálculo aproximado de la posición; no usaron herramientas.

Los niños un poco más grandes usaron una de estas herramientas, pero sólo midieron la distancia de uno de los lados de la hoja al punto; se sorprendieron al ver que esto no fue suficiente. Posteriormente, los niños midieron la distancia que había desde una de las esquinas al punto, tratando de conservar el mismo ángulo, pero esto tampoco fue suficiente. Es finalmente a la edad de 8 o 9 años, que los niños se percatan de que es necesario dividir este proceso en dos "operaciones": la distancia horizontal y la perpendicular.

Las mediciones en dos y tres dimensiones nos dan la idea central del espacio euclidiano, donde se construyen los ejes de coordenadas, el cual es un sistema basado en la verticalidad y horizontalidad física de los objetos. Sin embargo, estos conceptos de verticalidad y horizontalidad son alcanzados hasta la edad de 9 años, donde los niños ya son capaces de predecir, por ejemplo, el nivel que mantiene el agua dentro de una jarra que ha sido inclinada (horizontalidad), o la posición de un mástil en un barco que se balancea constantemente (verticalidad). En estos aspectos, el desarrollo es tardío porque, si bien son necesarias ciertas operaciones, también son necesarias ciertas experiencias con elementos externos.

Cuando un niño ha aprendido cómo se construyen estos ejes coordinados por referencia a objetos naturales, lo cual sucede más o menos a la par de la coordinación de perspectivas, se puede decir que ha terminado su proceso de construcción del espacio. Junto con esto, el niño ha desarrollado otros conceptos matemáticos fundamentales, los cuales surgen de las propias operaciones lógicas del niño.

La construcción del número.

Una cuestión interesante dentro de la epistemología de las matemáticas, es el origen mismo del número. Esta cuestión no es fácil de resolver, por lo cual se han propuesto diversas explicaciones, algunas de ellas totalmente opuestas entre sí. Lo cierto es que no se puede determinar con facilidad si el origen del número es empírico o no. Aquí ha de subrayarse la diferencia con respecto al conocimiento biológico. En este último caso, por ejemplo, cualquiera estaría de acuerdo en que un conocimiento que plantea: "los organismos surgen de un huevo, crecen, envejecen y mueren", tienen un origen puramente empírico, ya que no hay

modo en que el científico, en este caso el biólogo, hubiera llegado a tal conocimiento por medio de intuiciones a priori. En cambio, para explicar el origen del número, uno se encuentra con más dificultades. Existe por un lado la creencia en su origen interno, y por otro lado en su origen empírico. Parece ser que un enunciado tal como: " $1+1=2$ " es algo que se nos presenta como evidente, sin necesidad de realizar una acción física en el mundo real para comprobarlo. Visto de este modo, el conocimiento matemático aparenta ser a priori por naturaleza. Sin embargo, también existen argumentos en favor de lo contrario. Es así como Mach (4) consideró que la formación del número estaba fundada en una experimentación aplicada mentalmente a la realidad. Esto implica que dicha acción mental proviene de una experiencia física anteriormente adquirida, que es posteriormente recordada y reproducida en la imaginación para generar las operaciones de la aritmética. Rignano (5) retoma este planteamiento para decir que el "razonamiento no es sino una sucesión de operaciones o experiencias pensadas", pero sin dejar de recalcar la experiencia anterior sobre las cosas.

Este orden de ideas expresa el hecho de que toda experiencia materialmente ejecutada es susceptible de ser interiorizada. Sin embargo, lo anterior no significa que el pensamiento matemático pueda ser caracterizado con una visión empirista. Esto sería irreal, ya que en la constitución del número interviene también la actividad del sujeto, no sólo en el sentido de acción física, sino también como acción mental, que puede llegar a un nivel puramente abstracto, sin dejar por ello de ser acción. Por lo tanto, no es suficiente la percepción directa; ya que es esta misma la que "engaña" al sujeto. Esto, por ejemplo, en el caso en que a un niño pequeño se le presenten dos hileras de objetos, cada una con el mismo número de elementos, alineados de modo que cada elemento de una se corresponda con uno de la otra. Dispuestas así, las hileras tienen, según el juicio del niño, la misma cantidad de elementos. Sin embargo, si se manipulan de tal modo que los elementos de sólo una de las hileras queden más espaciados, y ya no haya una correspondencia uno a uno, el niño juzgará que ya no contienen la misma cantidad. Esto prueba que la imitación de hechos exteriores no basta para producir el número, ya que la correspondencia percibida al principio no produce una equivalencia permanente entre los

conjuntos. Para alcanzar dicha equivalencia, se requiere algo más. Es aquí donde entran las acciones del sujeto.

Por todo lo anterior Piaget (6) resume: "el número no es abstraído de los objetos o la realidad de la experiencia, sino de las acciones mismas que intervienen en la experiencia (efectiva o mental) y la tornan posible". Con esto Piaget afirma que el número tiene un origen interno más que externo y que la abstracción a partir de las acciones tiene las mismas propiedades que la abstracción a partir de los objetos, con la diferencia de que el objeto de experiencia del cual se extraen, por medio de la abstracción, los elementos del número, es el sujeto mismo.

Ahora bien, al hablar de abstracción, Piaget establece una diferencia entre la simple abstracción de cualidades, que permite clasificar a los objetos según sus características perceptibles, tales como color y tamaño, de la abstracción reflexionante, la cual ya implica un nivel superior en el desarrollo cognoscitivo pues no se trata ya de abstraer algo a partir de la experiencia directa, sino a partir de las acciones del sujeto. Este segundo tipo de abstracción es el que interviene en la construcción del número y por lo tanto del conocimiento matemático. Esto por que el número no constituye una cualidad física que esté en los objetos sino que se encuentra en el sujeto que actúa sobre ellos.

Ahora bien, dos conceptos fundamentales en la construcción del número son la cualidad y la cantidad: el reunir objetos semejantes es una acción que requiere de la cualificación (asimilar por semejanzas), pero el que se reúnan más o se reúnan menos, requiere de una cuantificación; en un esquema de asimilación sensoriomotriz ya se pueden distinguir tanto una comprensión, apoyada en la realidad, como una extensión, la cual implica la cantidad.

También es importante aclarar otros conceptos: cantidad intensiva y cantidad extensiva. "Diremos que una relación cuantitativa es de orden intensivo si solamente sabemos que el todo es más grande que la parte $B > A$ o $C > B$, pero sin poder determinar si una de las partes del todo por ejemplo A es más grande, más pequeña o igual en relación con la parte complementaria A' ". (7)

Para hablar de matemática propiamente dicha, hay que pasar a la cantidad extensiva. En una relación cuantitativa de orden extensivo, ya es posible determinar si una parte del todo es más grande, más pequeña o igual

a la otra, es decir, las partes de un mismo todo se comparan entre sí y no simplemente en relación con ese todo. Ya bajo un aspecto métrico o propiamente numérico, lo que sucede es que las partes complementarias de un todo pueden reducirse a una unidad común, es decir, tienen un valor equivalente.

Ahora bien, el dominio de la cuantificación extensiva, está basado en una relación cuantitativa de orden intensivo. Piaget describe unas estructuras lógicas llamadas agrupamientos, los cuales constituyen la primera etapa en la construcción de los grupos matemáticos y de los números enteros, es decir, para llegar a la matemática propiamente dicha será necesario superar dicho nivel (para Piaget, ciertas disciplinas biológicas como la zoología y la botánica dedicadas a la clasificación sistemática, se han quedado en un nivel lógico, en un nivel de agrupamiento).

Los agrupamientos son, pues, estructuras derivadas de las operaciones de la lógica cualitativa (de cuantificación intensiva) y tienen ciertas propiedades:

1. Transitividad. Dos operaciones del conjunto constituyen por su reunión una nueva operación del conjunto:

$$(A+A'=B) + (B+B'=C) = (A+A'+B'=C)$$

$$(A=B \cdot A') + (B=C \cdot B') = (A=C \cdot B' \cdot A')$$

$$A < B; B < C; A < C.$$

2. Reversibilidad. Cada operación puede invertirse: la inversa de $(A+A'=B)$ es $(-A \cdot A' = -B)$, de donde puede extraerse que $B \cdot A' = A$ ó $B \cdot A = A'$.

3. Asociatividad. Tres operaciones distintas, opuestas entre sí, son asociativas:

$$(A+A') + B' = A + (A'+B')$$

4. La composición de toda operación con su inversa culmina en una operación idéntica general:

$$(A+A') + (-A \cdot A') = 0$$

5. Tautología. Toda operación compuesta consigo misma o con las operaciones que la incluyen mantiene constantes a estas últimas:

$$A+A=A \text{ donde } A+B=B$$

Así, el agrupamiento constituye la primera etapa del camino hacia los grupos matemáticos.

En síntesis, se puede decir que "el criterio psicológico del agrupamiento es el descubrimiento de la conservación de las totalidades, independientemente de la disposición de las partes". (8)

Estos agrupamientos lógicos y grupos numéricos aparecen como una forma de equilibrio final que es el resultado de un proceso continuo que se caracteriza por sus coordinaciones y reversibilidad progresivas. Lo anterior significa que tanto las clases como las relaciones y los números son resultado de un proceso de construcción progresiva y no están dados desde el comienzo del desarrollo cognoscitivo. Al inicio, el niño conoce el mundo a través de la pura percepción y no es aún capaz de establecer relaciones transitivas ni reversibles. Ni siquiera es permanente la relación fundamental que define la cantidad intensiva propia de las coordinaciones (que la parte es menor que el todo), ya que cierta disposición de los objetos en el plano perceptual del sujeto puede conducirlo a un juicio erróneo.

Para la construcción de las clases, relaciones y números, el primer paso consiste en coordinar las acciones entre sí, en esquemas prácticos, que son "preconceptos sensoriomotores caracterizados por la posibilidad de repetir la misma acción en presencia de los mismos objetos o de generalizarla en presencia de otros objetos análogos" (9).

Finalmente, Piaget concluye que el conocimiento matemático no está preformado en el sujeto, sino que es el resultado de una construcción gradual en la cual participan tanto la experiencia física con los objetos, como la acción del sujeto que abstrae y generaliza a partir de dicha experiencia; es decir, no bastan los objetos para determinar las acciones propias del conocimiento matemático, tales como enumerar o medir. Sin embargo, no bastan tampoco las acciones del sujeto si éste no cuenta con objetos sobre los cuales ejercerlas. Esta experiencia es necesaria al inicio del desarrollo; es así como para Piaget, hay una fase intuitiva y preoperatoria del pensamiento donde es necesaria la experiencia para poder descubrir y verificar las verdades aritméticas. Posteriormente, hay una fase operatoria donde la deducción empieza a bastarse por sí misma.

Debe quedar claro que, aún cuando la experiencia con los objetos sea necesaria, esto no quiere decir que el número esté en éstos, los cuales son sólo un soporte de la acción. Es la acción que el sujeto ejerce sobre dichos objetos la que proporciona al niño el conocimiento matemático. Estas mismas experiencias que él tiene con los objetos, es decir, la de contar,

sumar, etc., serán más adelante llevadas a cabo con puros símbolos y signos (el número mismo), una vez que se haya alcanzado el nivel de las operaciones formales.

Todo lo anterior indica que el conocimiento matemático originado por las acciones que el sujeto ejerce sobre los objetos, se aleja cada vez más de éstos, dada una experiencia interior más que exterior, aunque puede retornar a ellos en cualquier momento. Es así como a través de las matemáticas, independientemente de la realidad, es posible realizar predicciones sobre la misma.

CITAS

[1] Piaget, J. (1987). "El pensamiento matemático" en Introducción a la epistemología genética, Vol. 1, México: Paidós, pp. 9-127.

[2] Idem, p. 64.

[3] Piaget, J. (1971). "How children form mathematical concepts" en Atkinson, R.C., *Contemporary psychology*, Readings from Scientific American, pp. 94-98.

[4] citado en Piaget, J. (1987), "El pensamiento matemático" en Introducción a la epistemología genética, Vol. 1, México: Paidós, p. 68.

[5] Idem, p. 68.

[6] Piaget, J. (1987). "El pensamiento matemático" en Introducción a la epistemología genética, Vol. 1, México: Paidós, p. 78.

[7] Idem, p. 84.

[8] Idem, p. 90.

[9] Idem, p.100.

II. El conocimiento físico.

Al hablar del conocimiento físico, Piaget habla de un conocimiento que tiene como bases la realidad, la experiencia, pero al mismo tiempo tiene un poder deductivo que le permite formular principios y leyes, lo cual le da a esta ciencia ciertas características desde el punto de vista epistemológico. La física se basa en la experiencia; ésta es la acción ejercida sobre un objeto; entonces es a partir de esta experiencia que hay una interacción entre el sujeto y el objeto. Esta interacción representa para Piaget un doble problema: por un lado se encuentran las acciones del sujeto, su actividad, esto es, la "subjetividad"; y por otro lado se encuentra la realidad, es decir, la "objetividad".

Por lo anterior, Piaget sostiene que la característica del conocimiento físico es contradecir datos "subjetivos" y poder "liberar" al objeto del sujeto. Con esto, el físico afronta dos posibilidades con respecto al sujeto: el sujeto es la fuente de actividades necesarias para alcanzar al objeto, o bien, el sujeto es la fuente de deformaciones que se oponen a la objetividad.

A manera de solución, Piaget propone el siguiente razonamiento: la objetividad está vinculada con un proceso que lleva a una descentralización gradual; la "subjetividad deformante" está relacionada con la centralización en la actividad individual, por lo tanto se hace la suposición de que "todo conocimiento físico está relacionado con acciones del sujeto sobre los objetos" (1). En estas acciones hay que diferenciar dos aspectos: 1) las "coordinaciones generales" (orden, subsunciones, etc.), que son la fuente de las operaciones lógico-matemáticas, y 2) las "acciones específicas" (pesar, empujar, etc.), que dan información física. De tal forma, la actividad del sujeto llevaría a información objetiva por el hecho de que las acciones físicas están descentradas de él y subsumidas en un marco de operaciones lógico-matemáticas y, también llevaría a información subjetiva (deformación) dado que la información física (acciones específicas) quedaría a nivel de sensación y percepción, es decir, a nivel de conciencia inmediata, del "yo".

Un ejemplo de lo anterior es la causalidad (noción de causa). Piaget dice que la causalidad, en una forma inicial, es "la asimilación de las secuencias exteriores a modelos extraídos de la acción propiamente dicha, en sus caracteres inmediatos" (2). De tal manera que para el niño, todo

movimiento está orientado hacia un objetivo y además tal movimiento parece producido por una fuerza ligada al móvil, lo cual nos indica cierto residuo de animismo. Posteriormente la causalidad también es una secuencia de operaciones que sirven para deducir un fenómeno y para poder construir modelos con los cuales las operaciones "se atribuyen ... a los objetos en sus interacciones" (3).

Así, vemos que en un primer momento hay una "subjetividad deformante"(la acción física queda centrada en el yo); en un segundo momento la actividad del sujeto lleva a una objetividad cada vez mayor debido a que hay una descentralización en la acción física por el hecho de estar en un sistema de coordinaciones lógico-matemáticas que son el marco de tales acciones y que por lo tanto permiten tener mayor objetividad.

Tenemos pues, que al igual que las matemáticas, las nociones del pensamiento físico se van formando, en un principio, por la interacción sujeto-objeto, y esta misma interacción al igual que las explicaciones que el niño pueda dar sobre ciertos conceptos físicos, estarán determinadas por su nivel de pensamiento. Sin embargo, como se vió en el apartado anterior, las matemáticas tienen un poder de deducción tal que después de cierto punto, ya no necesitan de la realidad como referencia; mientras que la física, abocada al conocimiento de la realidad, depende de "las acciones especializadas del sujeto" y por lo tanto no puede ser reductible en su totalidad a las coordinaciones generales de la acción.

A continuación se mencionarán algunos de los conceptos físicos más importantes.

Conservación.

Al igual que los conceptos matemáticos analizados en el apartado anterior, las nociones físicas, por más elementales que sean, tienen como base para su construcción un marco lógico en un inicio y posteriormente lógico-matemático. Un ejemplo de ello lo encontramos en las nociones de conservación que provienen de una elaboración operatoria o cuasi-operatoria, como es la permanencia del objeto, así como la conservación de materia, peso y volumen. Estas conservaciones no se dan a priori sino que se construyen de manera conjunta con la organización del espacio, del tiempo y de la causalidad.

Permanencia del objeto: este ejemplo interesa a la física pues surge la pregunta respecto a si la conservación del objeto es una noción a priori (como la acepta el sentido común), o si por el contrario, se trata de una construcción progresiva dada por la interacción entre los datos provenientes de la experiencia y las estructuraciones del sujeto. Ha sido en el niño donde se ha podido demostrar que en un principio no hay tal permanencia del objeto y que dicha permanencia se estructura con el tiempo (hacia los 6-7 y 12-18 meses), relación con la organización del grupo de los desplazamientos.

En un inicio (0-2 meses), no hay expectativas sobre el objeto; o el bebé lo ve, o no, y por lo tanto, no existe, esto es, el bebé no tiene aún conocimiento de que tanto objetos como personas existen independientemente de sus percepciones; por lo tanto, su mundo se limita a sí mismo y a sus acciones. Poco después (2-4 meses), el niño ya sigue con la vista cualquier objeto en movimiento. Si el objeto llega a desaparecer, el niño mantiene la vista en el punto donde vio por última vez al objeto, esperando a que aparezca, pero no hay una búsqueda activa por parte del sujeto. Hacia los 4-8 meses, el bebé anticipa dónde caerán los objetos que sean arrojados y los busca activamente; gracias a la manipulación, el niño reconoce objetos semivisibles y busca aquellos semiocultos. De 8-12 meses, el niño ya busca objetos totalmente ocultos, sin embargo, no presta atención a posibles desplazamientos del objeto y lo busca en el primer lugar donde lo encontró. Posteriormente (12-18 meses), el niño busca objetos que han sido escondidos después de un desplazamiento visible. Sin embargo, la permanencia del objeto es real sólo en la medida en que todos los desplazamientos sean visibles ya que el niño aun no tiene una imagen mental del objeto y por lo tanto no puede inferir su posición ante un desplazamiento invisible. Finalmente (18-24 meses), el niño puede realizar la búsqueda del objeto escondido después de un desplazamiento invisible.

Así podemos ver que en esta construcción interviene la experiencia donde éxitos y fracasos son retomados por las acciones del sujeto; posteriormente se agrega la organización propia de dichas acciones: aun cuando las acciones son en un principio irreversibles, posteriormente tratan de compensar "las perturbaciones exteriores" (desapariciones) por medio de reacciones inversas como serían el volver a encontrar y el traer; esta irreversibilidad "naciente" conlleva a la organización de los movimientos en

un "grupo", en una composición de desplazamientos como son la inversión (retorno), asociatividad (comportamiento de rodeo) e identidad. De tal forma que esta coordinación de movimientos permite al sujeto organizar su espacio y por lo tanto le permite localizar al objeto después de un desplazamiento y así, darle una permanencia independiente a sus propias acciones.

De esta manera se aprecia que la conservación del objeto no tiene carácter a priori, sino que se construye. Así, tanto la construcción de la permanencia del objeto como la del grupo de los desplazamientos, se dan de manera conjunta, "siendo indisociables la organización del objeto, la del espacio, la de las sucesiones temporales y la de la causalidad"

Causalidad.

Esta es otra noción del pensamiento físico que Piaget estudió a través del método genético: en un punto inicial (periodo sensoriomotor), la conducta del infante refleja, a través de sus acciones, cierta noción de causalidad; es más, la propia acción es la única causalidad reconocida. Por lo tanto, no hay una representación mental de dicha acción. Posteriormente, se pone la causa en los objetos, que ya se han vuelto permanentes.

Después de la adquisición del lenguaje y ya en un nivel de representación conceptual, la causalidad sigue su evolución, pero ya con las facultades que el pensamiento y la formación verbal pueden proporcionar. Sin embargo, al tratar de dar explicaciones lógicas a causas y efectos, vemos que tales explicaciones son débiles; generalmente están compuestas por hechos sin relación alguna, enlazados unos con otros; por ejemplo: "perdí mis lápices porque no estoy dibujando"; "el hombre se cayó de la motocicleta porque se rompió el brazo"(4); vemos que se da una mezcla de finalismo, causalidad deficiente, animismo, fenomenismo, etc.

En una etapa posterior (operaciones concretas), y gracias a una descentración progresiva, el niño empieza a tomar en cuenta los puntos de vista ajenos y busca la justificación de sus ideas en coordinación con otros. Hay más lógica en sus explicaciones; por ejemplo, "el hombre se cayó de la motocicleta y se rompió el brazo porque el camino estaba resbaloso"(5). Sin embargo, al tratarse de eventos que van más allá del alcance del niño, es decir, los que no son manejables de forma concreta, no alcanzan aún una explicación lógica; por ejemplo "el sol sale porque necesitamos luz". En este

mismo periodo, el niño de 7-8 años puede dar una explicación de la descomposición de un sólido en pequeñas partículas, pero es aún incapaz de justificar un cambio de estado físico como la fundición o la ebullición. Finalmente, en el periodo de las operaciones formales, las explicaciones causales se vuelven mucho más amplias y teóricas (deductivas). Aquí, ya hay la capacidad de utilizar modelos abstractos para explicar la conducta física tanto de objetos distantes del sistema solar, por ejemplo, como de materia invisible, como modelos moleculares y atómicos.

A manera de conclusión, y tomando como referencia los ejemplos anteriores, tenemos que los conceptos físicos más elementales, como son la permanencia del objeto, la conservación de cantidades y la causalidad, no son evidentes en todos los niveles de desarrollo, ni tampoco "aparecen" por un contacto con la experiencia. Por el contrario es el desarrollo de las estructuras operatorias hacia las operaciones proposicionales y de una combinatoria que lleva a una reestructuración completa de "los comportamientos experimentales del sujeto" y posteriormente se llega a la construcción de "nuevos esquemas operatorios", que sirven para interpretar nuevos fenómenos.

Asimismo, la experiencia, en especial la experimentación, es estructurada en función de la actividad del sujeto, siempre y cuando tales actividades estén descentradas de la propia acción y puedan coordinarse en estructuras operatorias lógico-matemáticas. Es así como la verdad física siempre está en relación con un marco lógico-matemático fuera del cual no serían posibles las interpretaciones ni las constataciones objetivas.

CITAS

(1) Piaget, J. (1979). "Los datos genéticos de la epistemología física", en Piaget, J., Tratado de lógica y conocimiento científico, Vol. 4. Buenos Aires: Paidós, p. 15.

(2) Idem, p. 16.

(3) Idem, p. 16.

(4) Labinowicz, E. (1982). Introducción a Piaget. Pensamiento, aprendizaje, enseñanza. México: Fondo educativo interamericano, p. 82.

(5) Idem, p. 80.

III. El conocimiento biológico.

Al igual que los conocimientos matemático y físico, el conocimiento biológico también fue abordado por Jean Piaget. En este caso, el autor hizo un estudio meramente epistemológico de la biología (y sin abordar la psicogénesis), donde planteó las características y los problemas que enfrenta la biología desde el punto de vista epistemológico y que se podrían resumir, en general, principalmente en tres: el de la relación entre el sujeto cognoscente y el objeto de estudio (fenómenos biológicos); este punto lleva al segundo problema que se refiere a que la biología, por las características de tal relación, no tiene un poder de deducción como el de la física o matemáticas y por lo tanto no alcanza una matematización "deseada" en una "ciencia"; finalmente, la biología ha necesitado de otras ciencias para explicar sus fenómenos ante la no posibilidad de definir el status de lo vivo.

Cabe señalar que los problemas antes mencionados no están ordenados de acuerdo con su importancia; todos surgen como el resultado del curso que ha seguido la biología a través de la historia. Sin embargo, creemos conveniente puntualizarlos con el fin de poder explicarlos mejor.

A continuación se hará una breve exposición de los puntos anteriores, y se retomará un poco de la historia de la biología con el fin de entender el por qué de esta problemática.

En el conocimiento biológico encontramos características propias, que para Piaget surgen a partir de la relación e interacción entre el sujeto cognoscente y el objeto de estudio de esta ciencia, de la misma manera que en los conocimientos físico y matemático.

Sin embargo, esta relación sujeto-objeto tiene cierta particularidad: Piaget señala que "el objeto de la biología es el organismo vivo, y éste, contrariamente a un objeto físico cualquiera, también es un objeto de conocimiento ya que posee una sensibilidad, una capacidad de aprendizaje, instintos e inteligencia". [1] Por lo tanto, el biólogo no puede escapar a la influencia de sus creencias al tratar de explicar los fenómenos vitales.

Como consecuencia, encontramos que se han dado, diferentes interpretaciones a estos fenómenos vitales y que a lo largo de la historia de la biología, han prevalecido matizándola: ejemplo de ellas son la corriente vitalista-finalista, antirreduccionista y que subordina los fenómenos de nivel inferior a los de nivel superior. Basada en el sistema aristotélico, apoya la

idea de que todo ser vivo está organizado en función de una finalidad y no de un proceso genético, es decir, hay una tendencia a introducir causas finales, estructuras antropomórficas (fuerzas) para sus explicaciones; la corriente reduccionista por otra parte, reduce la biología a la físico-química, por lo tanto pretende eliminar toda idea de finalidad por medio de la explicación de los fenómenos, en este caso biológicos, a través de leyes físico-químicas, lo cual ha llevado a la biología a depender de cierta manera de ciencias como son la física y la química .

Al respecto se ha propuesto como superación a estas dos posturas antagónicas, la corriente de la biología positiva, que tiende a englobar en los problemas biológicos las relaciones entre la vida orgánica, el comportamiento y el entorno de los organismos.

Por otro lado, ha sido esta interacción sujeto-objeto, la que ha generado conocimiento y, por lo tanto, la que ha llevado a un estudio epistemológico de esta ciencia; sin embargo, tal análisis se ha realizado en menor medida en relación a los pensamientos físico y matemático. Piaget atribuye lo anterior al hecho de que el pensamiento biológico es ante todo realista, es decir, tiene sus bases en la experiencia, por lo tanto, recurre en un grado mucho menor a la actividad del sujeto, en términos de creación teórica y deducción. No obstante, esto no significa que la actividad del sujeto no sea importante o se reduzca a cero; al igual que otros campos de la ciencia, como la físico-química, la biología clasifica, explica relaciones entre sus objetos de estudio e incluso forma leyes donde explica estas clasificaciones y relaciones de manera causal. La diferencia para Piaget radica en la estructura de estas clases, leyes y explicaciones, que no en todos los casos alcanza un nivel matemático, sino que conserva su carácter cualitativo o lógico sin que se llegue a una deducción propiamente dicha.

Es éste el siguiente punto a abordar. Para entender un poco mejor esta característica de la biología es necesario conocer la estructura de esta ciencia, y por lo tanto, la estructura que subyace a sus clasificaciones y leyes. La biología como hoy se concibe no apareció sino hasta el siglo XIX. En los siglos anteriores (siglos XVII y XVIII), se hablaba de "ciencias de la vida" y los seres vivos eran estudiados a través de la llamada "historia natural". Esta historia dominó la época clásica (siglo XVIII) y de ella se desprende todo un sistema de clasificación del cual proviene probablemente el carácter cualitativo que hoy en día conserva la biología.

La historia natural era simplemente la "denominación de lo visible"; de ahí que quizás parezca ingenua y evidente. Se podría decir que Linneo, por ejemplo, con su sistema de clasificación, empezó a decir "lo que siempre había sido visible"(2).

Ahora bien, esta función denominadora desemboca en el problema de la clasificación y su estructura; la historia natural exigía una continuidad en la naturaleza, para instaurar en ella un orden y así, descubrir sus categorías generales. Los grandes clasificadores siguieron el orden natural, que era considerado como un escalonamiento regular de las formas. Por lo tanto, una clasificación lógica se convertía en "natural" en la medida en que todas y no sólo algunas de las relaciones en juego lograban incorporarse.

Se trataba, entonces, de lograr un marco lógico formado por una jerarquía de clases definidas por semejanzas y diferencias cualitativas desde las más particulares a las más generales. Como también se buscaba dar un contenido a este marco en forma natural y no artificial, la clasificación trató de obtener una fiel expresión de las relaciones de semejanzas que se pueden presentar en los seres vivos, llevando una cuenta exacta de todas estas relaciones y estableciendo una jerarquía entre ellas consideradas en su conjunto.

Piaget propone que esta forma de clasificar, es decir, de asimilar relaciones de semejanzas y diferencias a relaciones de pertenencia común para establecer una jerarquía, está basada en una estructura determinada: el agrupamiento.

La clasificación zoológica y botánica está basada en puros agrupamientos, y los problemas planteados por la construcción de tales clasificaciones se han resuelto bajo la misma técnica: por lo mismo, los problemas que surgen de la "distancia" entre grados de similitud y diferencia se reducen a problemas de encaje, es decir, a una cantidad intensiva.

Por otro lado, Piaget sustenta que las estructuras del conocimiento que subyacen a la zoología y a la botánica se encuentran en el campo de la anatomía comparada, la cual "tampoco supera el plano de los agrupamientos y no da lugar a una matematización propiamente dicha"(3).

Así, al preguntarnos cuáles fueron las estructuras operatorias que subyacieron a la anatomía comparada y cuáles son sus relaciones con las estructuras de clasificaciones, nos encontramos una vez más con el desarrollo histórico: "...a fines del siglo XVIII, Cuvier [inicia] la sustitución de

la clasificación por la anatomía, de la estructura por el organismo [y] del carácter visible por la subordinación interna"(4). De esta manera, Cuvier bosquejó los principios de la anatomía comparada, mismos que indican la dirección que siguieron los mecanismos operatorios subyacentes al pensamiento comparatista; Piaget propone que estos principios se basan en la correlación de los órganos, que a su vez se basa en la estructura operatoria de correspondencias lógicas y en un cálculo de los caracteres de clases; es decir, una correlación de órganos no expresa una relación matemática sino simples correspondencias lógicas.

Posteriormente, Et. Geoffroy Sain-Hilaire (5) completó esta idea de correlación de órganos con nuevos principios que se basaron en la correlación de las relaciones y no sólo en las cualidades estáticas; subyacía la idea de "conexión" entre los órganos; consideró a dos órganos como equivalentes cuando están ubicados de la misma forma en relación con el otro, cuando algunas relaciones topográficas entre ellos son constantes aún cuando se presentan ciertas modificaciones de forma o tamaño. Un ejemplo de ello sería la cintura escapular, donde se considera homólogo al hueso caracoide de las aves y la apófisis caracoide soldada al omóplato del hombre. No obstante, esta homología es sólo una correspondencia de posiciones basada en la contigüidad y donde no hay cuantificación, es decir, es una correspondencia cualitativa.

Así, para Piaget, el conjunto de estos trabajos constituye un gran sistema de agrupamientos de operaciones de esencia lógica y cualitativa y concluye que existe una correspondencia importante entre el sistema de encajes de "formas" biológicas y el sistema de las clases de las relaciones lógicas.

Esta convergencia entre los sistemas de formas biológicas y las estructuras de formas lógicas, presentan desde el punto de vista del conocimiento biológico y de la génesis de las estructuras lógicas una especial importancia epistemológica. La causa de esta convergencia es que (como se vio al estudiar el conocimiento matemático), los agrupamientos lógicos, a diferencia de las estructuras matemáticas, dependen sólo de la cantidad intensiva; esto es, la parte es necesariamente inferior al todo, pero se ignora toda relación cuantitativa entre las partes como tales. En consecuencia, Piaget plantea el problema de determinar hasta qué punto las "formas" biológicas pueden ser matematizadas.

Es aquí donde Piaget menciona la llamada biometría, que se ha constituido en una estadística biológica, pero subraya que debe reflexionarse sobre el problema de saber qué objetos de la biología son susceptibles a la matematización. Por ejemplo, se puede construir una geometría de las formas vivientes en la medida en que estén condicionadas al crecimiento y movimientos del organismo: en las conchas de moluscos se encuentran formas geométricas simples como espirales, que obedecen a ciertas leyes matemáticas. Lo mismo encontramos en los vegetales y el crecimiento de las hojas alrededor de una rama. Pero, no hay leyes matemáticas que determinen la amplitud de clases de diferentes niveles como son la especie, el género, la familia, etc., ni mucho menos su orden de sucesión. Se puede llegar a una ecuación estadística de la especie, que muestre la distribución probable de las diferentes formas posibles, pero si bien esta ecuación es más ilustrativa que una mera clase lógica, no es suficiente para construir una clasificación exhaustiva. Así, la biometría reemplaza las clases lógicas por medio de un conjunto numérico o estadístico, y a las relaciones cualitativas por relaciones o correlaciones métricas (cuantitativas), pero se mantiene aún en los encajes iniciales, es decir, conserva los encajes de clases y de relaciones, así como los agrupamientos lógicos.

Otro campo de la biología donde se ha buscado la matematización de los fenómenos biológicos es la fisiología. Sin embargo, a diferencia de otros campos, como el de las clasificaciones zoológicas y botánicas, la anatomía comparada y la biometría, en fisiología se ha dado un paso mucho más rápido de lo cualitativo a lo cuantitativo. Es en este campo, también, donde se encuentra la mayor polémica entre vitalistas-finalistas y reduccionistas-mecanicistas (mencionada en las primeras páginas de este apartado), y donde finalmente encontramos que como consecuencia de este paso de lo cualitativo a lo cuantitativo, surge el último punto que se refiere a la dependencia de la biología respecto a ciencias como la física y la química, al tratar de explicar el fenómeno de lo viviente.

En las primeras explicaciones fisiológicas, se consideraba al organismo como una causa, es decir había una reducción de lo inferior a lo superior; de lo fisiológico a lo psicológico, y se basaban en un principio motor que se confundía con "el alma". El alma era el concepto de fuerza vital que caracterizó a vitalismo. A partir de estas ideas, se originó una serie

de explicaciones teleológicas que se mezclaron con explicaciones fisicoquímicas rudimentarias.

Hipócrates y Galeno tenían ideas vitalistas semejantes: Galeno (6), por ejemplo, suponía que la vida dependía de "espíritus vitales" que se encontraban en la sangre; estos espíritus recorrían las arterias, llegaban al cerebro y se convertían en "espíritus animales" que eran propulsados por los nervios. Esta idea de circulación fue corregida más tarde por Vesalio en el siglo XVI, y nuevamente fue reemplazada en el siglo XVII por la teoría de Harvey.

Esta teoría tiene una importancia particular por el hecho de ser la primera interpretación física de un fenómeno fisiológico: "...[no] le importaba que el corazón pudiera ser la 'acrópolis del cuerpo', la 'sede del espíritu vital' o el 'órgano inmediato del alma'... Lo que a Harvey le interesaba eran los movimientos del corazón y cómo podía actuar éste como propulsor mecánico de la sangre" (7). Así, formuló una tesis revolucionaria que se oponía al galenismo imperante en ese momento.

La tesis fundamental de Harvey sostenía que había un solo cauce por el cual circulaba la sangre, y rechazaba la idea de que ésta se formara a partir de lo ingerido por la boca. Para Harvey, la sangre era transportada de las venas a las arterias por el corazón gracias a un tipo de "deglución" de sangre hecha por el corazón derecho al corazón izquierdo. Cuando la sangre llegaba al ventrículo izquierdo, era mandada a la aorta y a las arterias que latían bajo su empuje y luego era distribuida por las diferentes partes del cuerpo; posteriormente, la sangre regresaba por las venas hasta la aurícula derecha, donde se reiniciaba el ciclo, ya que hay un movimiento continuo, incesante y simultáneo de todos los segmentos del sistema vascular.

Esta teoría está basada en un razonamiento que toma en cuenta la conservación, es decir, debe haber una conservación de la sangre en vez de una producción continua, a raíz de la cual surge el descubrimiento del proceso circular de los movimientos de la sangre.

Otro hecho importante fue que a partir de los descubrimientos de Galileo y de la creación de la mecánica, se construyó una mecánica muscular, donde se aplicaron los principios de la composición de fuerzas a los movimientos de los músculos y del cuerpo en general.

Con los ejemplos anteriores de la circulación y los movimientos musculares, se aprecia el esfuerzo por dar explicaciones fisico-químicas a ciertos fenómenos de los seres vivos.

Otro ejemplo lo encontramos en Descartes, quien al estudiar la fisiología, se basó exclusivamente en modelos físicos, así como su física se basó en la geometría; otro caso es Van Helmont, que recurrió en gran medida a conceptos químicos al explicar el fenómeno de la digestión a partir de la fermentación (8).

Así, el desarrollo de la fisiología en el siglo XVII sigue muy de cerca al de la física; posteriormente, durante el siglo XVIII y la mitad del XIX, la fisiología estuvo dominada por los conflictos entre vitalistas y mecanicistas. Finalmente, en la última etapa del desarrollo de la fisiología encontramos la siguiente característica: al hablar de fenómenos tales como la circulación, trabajo muscular, ciclos de carbono y azufre, impulso nervioso, etc., los fisiólogos no consideran otra posibilidad más que los factores físicos y químicos como responsables de tales procesos. Así, la medición y la matematización de los procesos fisiológicos son las mismas que para la física y la química; por ejemplo, en un electroencefalograma se obtiene una curva que es traducción de la corriente eléctrica del mismo modo que se puede obtener fuera del cerebro; si se mide la temperatura o las calorías que un organismo necesita, se utilizan mediciones físicas, por lo tanto, la correlación entre mediciones es la expresión de relaciones que tienen su explicación y causalidad en relaciones numéricas y que expresan un funcionamiento actual más que el resultado de una historia. Así, para Piaget todas las leyes numéricas de carácter exponencial, logarítmico, etc., que encontramos en fisiología, son la expresión de lo vital en la medida en que hay una reducción a la fisico-química en lugar de dar una "simple" explicación cualitativa del fenómeno y desarrollo de la vida.

Pero a partir de este nuevo enfoque reduccionista, surge para Piaget la siguiente pregunta: la vida, con su carácter específico de continuidad organizada por medio de intercambios entre el organismo y el medio, es reductible a la fisico-química y es susceptible a una matematización?. Al respecto Piaget considera a esta interrogante como "el problema central y esencial de la biología" (9), sin embargo, es este el punto donde la biología se sigue debatiendo sin haber podido dar, aún, una respuesta a tal interrogante.

Junto a esta pregunta habría que reflexionar, desde el punto de vista epistemológico, sobre dos aspectos: el primero corresponde al lugar que para Piaget tiene la biología junto a ciencias como las Matemáticas y la Física. Como ya se mencionó a lo largo de este apartado, pareciera que la Biología se encuentra en un nivel "inferior" con respecto a las Matemáticas y la Física, dada su construcción basada en una estructura y agrupamientos puramente lógicos. El segundo aspecto es que muchos de los conceptos matemáticos y físicos parten, en un inicio, de estructuras lógicas para posteriormente alcanzar el nivel de la matematización (ver los apartados de conocimiento matemático y físico), lo cual no sucede en la Biología.

Ahora bien, ahondar en estos puntos desde la perspectiva epistemológica, rebasaría los límites del presente trabajo. Sin embargo, dar una base para reflexionar sobre el conocimiento biológico, desde una perspectiva psicogenética, es decir, así como los conocimientos matemáticos y físicos se forman a lo largo del desarrollo y de acuerdo con ciertas estructuras de pensamiento que el niño posee, cabría preguntarse qué es lo que pasa con el conocimiento biológico en el niño. Se podrá distinguir en la construcción de este conocimiento fases o estadios diferentes entre sí? Cuáles son las nociones que se construyen en cada etapa de desarrollo? Finalmente, la construcción de este conocimiento, se basa en nociones físicas y lógico-matemáticas o es un conocimiento con características propias, e independiente de otros tipos de conocimiento?

Han sido varios los autores que han abordado en sus investigaciones estas cuestiones, las cuales si bien no necesariamente son guiadas por un marco teórico piagetiano, sí tienen en común el estudio de la problemática centrada en el desarrollo del conocimiento biológico.

Springer y Keil (1989), por ejemplo, realizaron un estudio sobre el desarrollo de las creencias que tienen los niños sobre la herencia (10).

Se buscó un examen detallado sobre qué características creen los niños que son transmitidas a la descendencia y bajo qué condiciones, así como el caracterizar la teoría que dirige a estos juicios. Se buscó, de manera general, las creencias sistemáticas sobre la transmisión genética.

Realizaron cinco experimentos a través de los cuales exploraron los siguientes puntos: 1) características innatas vs. adquiridas; 2) caracterís-

ticas internas vs. externas; 3) características con implicaciones funcionales para el organismo vs. aquellas con implicaciones no funcionales.

Los resultados obtenidos por los autores reportan que en niños pequeños (4-5 años) hay una preferencia por la herencia de características con consecuencias funcionales, más que aquellas que tenían consecuencias no funcionales para el animal, independientemente de si tales características eran innatas o adquiridas, internas o externas. Sin embargo, niños de 6-7 años, si bien sostenían que se heredaban características con consecuencias funcionales, escogían aquellas que fueran innatas, más que las adquiridas.

Se demostró, también, que el tipo de funcionamiento que se tomaba en cuenta para los juicios sobre la herencia era específicamente biológico, es decir, los niños creían que las características serían heredadas sólo si tenían consecuencias biológicamente funcionales para el animal, más que psicológicas o sociales, por ejemplo. De igual manera, se demostró que los niños distinguieron entre consecuencias sociales y biológicas para un animal, y, al hablar de herencia centraron su atención en el funcionamiento biológico, sin extrapolar sus juicios a consecuencias no biológicas.

Así, los autores concluyen que los niños mantienen la idea de la herencia de características adquiridas, sólo cuando la característica adquirida afecta claramente al funcionamiento biológico del organismo. Cuando la característica adquirida no manifestaba implicaciones para el funcionamiento biológico, o cuando había implicaciones para otro tipo de funcionamiento, los niños predijeron que tal característica no sería heredada. De igual manera, sostienen que si bien en un principio los niños (de 4-5 años) son "lamarckianos ingenuos" por creer que las características adquiridas se transmiten (siempre y cuando se vea afectado el funcionamiento biológico), es hacia los 6-7 años que los niños ya ponen más atención en los factores innatos.

Estos resultados llevan a los investigadores a proponer que la atención hacia las características innatas no surge repentinamente, sino que es un "insight" gradual, y que con éste se desarrollan hipótesis cada vez más sofisticadas sobre la herencia.

Bernstein y Cowan (1975) realizaron un estudio para explorar los conceptos que los niños tienen sobre cómo la gente tiene bebés (11). Se

basaron en un marco teórico cognitivo, específicamente en la teoría de Piaget, y trabajaron con la siguiente hipótesis: la comprensión de los niños sobre los procesos de reproducción humana se da a través de una secuencia de desarrollo propuesta por Piaget, donde se unen tanto la causalidad física como la social y los conceptos de identidad. Las explicaciones dadas por los niños van de acuerdo con su nivel y estructura de pensamiento.

Proponen que los conceptos cognitivos más relevantes sobre el origen de los bebés son los concernientes a la causalidad e identidad: es sólo cuando el niño empieza a percibir que ciertos fenómenos tienen ciertas causas, que empieza a investigar sobre ellas, al mismo tiempo que él se reconoce a sí mismo y a otras personas como seres continuos.

Se estudiaron niños de 3 a 12 años, a los cuales se aplicó un cuestionario. Posteriormente se realizaron 2 tipos de análisis: 1) cuantitativo, donde los datos estadísticos muestran que los conceptos de los niños sobre cómo se hacen los niños siguen una secuencia de desarrollo piagetiana; 2) cualitativo, donde los autores describieron seis niveles de creencias:

a) el niño no ve la necesidad de una causa para que se hagan los bebés.

b) se empieza a atribuir a los bebés alguna causa, pero como si las personas que los "hicieron" fueran manufactureros: "quizá pinten sus huesos", sangre, etc.

c) se mencionan dos o tres factores como principales: social, sexual y biológico, pero no hay coordinación entre ellos en un sistema.

d) empieza a haber una coordinación en un sistema físico de causas; ya no son aceptables las ideas de los niveles a, b o c, pero aún no hay una explicación sobre la necesidad de unión del material genético de los padres.

e) los niños ya están más familiarizados con la idea de transmisión genética, pero conceptualizada como aditiva, más que interactiva.

f) finalmente, el niño da una explicación razonable y teórica (científica) de cómo la gente "hace" bebés.

Vemos que estos resultados apoyan la hipótesis según la cual, desde un marco piagetiano, las explicaciones de los niños van de acuerdo con su estructura de pensamiento.

Ahora bien, una fuente importante de conocimiento biológico es nuestro propio cuerpo. Al respecto se han realizado investigaciones con

niños a través de diferentes enfoques. Uno de ellos es el clínico. Por ejemplo, Torres de Bea (1987) realizó un trabajo donde analiza las entidades de esquema corporal e identidad (12). La autora usa el término "esquema corporal" para denotar la representación del cuerpo en la mente, la cual es organizada a través de un proceso de desarrollo y es influenciada y remodelada por todas las experiencias del niño. En un principio esta representación es la de un cuerpo indiferenciado; conforme se sigue en el desarrollo, ésta es gradualmente transformada en una representación más prominente.

La autora propone que el esquema corporal del niño empieza como una preconcepción en la mente de sus padres, y es principalmente la madre, con su propio esquema corporal, quien juega un papel crucial en el desarrollo del esquema corporal del niño. Así, se propone al esquema corporal como el factor de identidad del sujeto.

Sin embargo, el estudio en niños sobre el cuerpo también ha sido abordado desde un marco cognoscitivo; tal es el caso de Corder (1981), quien formuló la existencia de "niveles de conceptualización" en la representación del interior del cuerpo (13), basada en los datos de sus propias observaciones, así como en las teorías de desarrollo de Werner y Piaget, con base en las cuales concluyó que en el desarrollo de esta representación hay un paso de un estado de menor diferenciación a otro de mayor diferenciación e integración jerárquica. Su objetivo fue encontrar la manera en que se dan las diferenciaciones e integraciones necesarias para alcanzar una representación del interior del cuerpo propia del pensamiento adulto.

Amann-Gainotti (1986) realizó un estudio descriptivo para determinar niveles en el desarrollo de la representación gráfica del interior del cuerpo (14). Encontró cinco niveles de desarrollo, a lo largo de los cuales observó que se daba un incremento gradual en el número de órganos internos representados, una colocación cada vez mejor de dichos órganos, así como conexiones progresivamente mejores entre éstos. Asimismo, esta autora observó ciertas particularidades encontradas en niños menores de ocho años, (que supuestamente no han recibido la influencia de la escuela en lo que a este tema respecta), tales como el hecho de una marcada dificultad para coordinar gráficamente las partes externas e internas del cuerpo.

Otro ejemplo es el estudio preliminar sobre la representación del cuerpo interno en el niño realizado por León Sánchez y colaboradores (1990). Se investigó el desarrollo de la representación que tienen los niños en diferentes edades (de 4 a 15 años), del cuerpo interno en sus aspectos anatómicos y fisiológicos (15). Se trabajó bajo un marco cognoscitivo piagetiano y de acuerdo con la siguiente hipótesis: "a menor edad, habrá una menor integración de órganos y/o aparatos; a mayor edad se manifestará una mayor integración y diferenciación de los mismos (León Sánchez, 1990).

Así, se exploraron los contenidos referentes a la representación que tienen los sujetos de un objeto de la realidad, pero a la cual no tienen un acceso directo. Se utilizaron, de manera conjunta, dibujo (para explorar la representación gráfica) y entrevista (para explorar la representación verbal del cuerpo interno). De acuerdo con los resultados se establecieron tres niveles de representación del cuerpo interno:

Nivel I (4 a 5 años, periodo pre-operacional): se encontró una prefiguración de órganos sin relación entre sí y una atribución de funciones propias de aparatos a un órgano aislado.

Nivel IIA (6 a 8 años, periodo de operaciones concretas): se encontraron prefiguraciones de relaciones entre órganos y descripciones de procesos, así como la utilización de comparaciones.

Nivel IIB (9 a 11 años): aparecieron las primeras relaciones entre órganos que formaban diferentes aparatos, así como prefiguraciones de relaciones entre aparatos.

Nivel III (12 a 15 años, periodo de operaciones lógico-formales): se describieron aparatos con funciones específicas y relaciones entre ellos. Se encontraron prefiguraciones de explicaciones a nivel celular y metabólico de algunos procesos fisiológicos.

De esta manera, los resultados apoyan la idea de que a mayor edad, hay una representación más completa de la anatomía y fisiología del cuerpo humano.

Glaun y Rosenthal (1987) realizaron un estudio cuyo objetivo fue cuantificar y describir los cambios en el desarrollo de conceptos sobre el interior del cuerpo en una muestra de niños de 5 a 11 años (16). Para tal fin

utilizaron el dibujo espontáneo del niño combinado con una entrevista. Los autores encontraron que el número de partes conocidas se incrementaba con la edad; sin embargo, algunas características de los dibujos y descripciones de los niños declinaban con la edad (como en el caso de los dibujos de comida dentro del cuerpo.)

De igual manera, se analizó el nivel de integración de las partes dibujadas. Dicha integración concernía a la extensión con que órganos y otras partes del cuerpo estaban interconectados y formaban un sistema.

Al igual que con las partes dibujadas, los autores también registraron una asociación significativa entre el incremento de la edad y la integración.

Estos resultados llevan a los autores a sugerir que es hasta la adolescencia que hay una comprensión de los niveles de organización del cuerpo en sistemas. Finalmente, proponen que la explicación de una enfermedad y su tratamiento no debería ser dada en términos fisiológicos sino hasta la adolescencia, cuando, según el marco piagetiano utilizado, se haya alcanzado el periodo de operaciones formales.

Con respecto a la enfermedad y las nociones que los niños desarrollan de ella, es importante mencionar los trabajos de Cristina del Barrio (1988, 1990), quien realizó una investigación con el objetivo de determinar los aspectos cognoscitivos de la representación infantil de la enfermedad (17), para lo cual se examinaron los tipos de explicación causal acerca del origen, evolución y curación de la enfermedad, en niños de cuatro a trece años de edad. Encontró diferencias significativas en el tipo de explicación causal en los distintos grupos de edad. También observa un progreso acorde con la edad desde las explicaciones más o menos estáticas a las explicaciones en términos de proceso. La autora basa su investigación en la hipótesis de que el niño, al recibir información del medio acerca de la enfermedad, la asimila al nivel cognitivo del que disponga en ese momento. De este modo, las explicaciones que ofrezca a este fenómeno serán resultado de la interacción entre sus estructuras intelectuales y las influencias externas.

CITAS

(1) Piaget, J. (1979). "Los dos problemas de la epistemología biológica", en Piaget, J., Tratado de lógica y conocimiento científico, Vol. 5. Buenos Aires: Paidós, p. 111.

(2) Foucault, M. (1989). "Clasificar", en Las palabras y las cosas. 19a. edición. México: Siglo XXI, p. 133.

(3) Piaget, J. (1987). "El pensamiento biológico, psicológico y sociológico", en Introducción a la epistemología genética, Vol. 3. México: Paidós, p. 32.

(4) Foucault, M. (1989). "Clasificar", en Las palabras y las cosas. 19a. edición. México: Siglo XXI, p. 138.

(5) citado en Piaget, J. (1987). "El pensamiento biológico, psicológico y sociológico", en Introducción a la epistemología genética, Vol. 3. México: Paidós, p. 135.

(6) Idem. P. 48.

(7) Izquierdo, J.J. (1936). "Orígenes, valor y trascendencia de la obra de Harvey", en Harvey, iniciador del método experimental. México: Ediciones Ciencia, p. 102.

(8) citados en Piaget, J. (1987). "El pensamiento biológico, psicológico y sociológico", en Introducción a la epistemología genética, Vol. 3. México: Paidós, p. 49.

(9) Piaget, J. (1987). "El pensamiento biológico, psicológico y sociológico", en Introducción a la epistemología genética, Vol. 3. México: Paidós, p. 51.

[10] Springer, K., & Keil, F.C. (1989). "On the development of biologically specific beliefs: the case of inheritance". *Child development*, 60, pp. 637-648.

[11] Bernstein, A.C. & Cowan, P.A. (1975). "Children's concepts of how people get babies". *Child development*, 46, pp. 76-91.

[12] Torres de Bea, E. (1987). "Body schema and identity". *International Journal of Psycho-analysis*, 68, p. 175.

[13] Crider, C. (1981). "Children's conceptions of the body interior", en Bibace, R., & Walsh, M.E. (Comps.), New directions for child development: children's conception of health, illness and bodily functions, Vol. 14. San Francisco: Jossey-Bass.

[14] Amann-Gainotti, M. (1986). "Children's representation of the body interior". Ponencia presentada en la II European Conference on Developmental Psychology. C.N.N., Roma, Italia, 10 al 13 de Septiembre.

[15] León Sánchez, R., y cols. (1990). "Estudio preliminar sobre la representación del cuerpo interno en el niño". Ponencia presentada en el Congreso de Psicología Social, Tlaxcala, México

[16] Glaun, D., & Rosenthal, D. (1987). "Development of children's concepts about the interior of the body". *Psychotherapy and Psychosomatics*, 48, pp. 1-4.

[17] a. Barrio, C. del (1988). "El desarrollo de la explicación de procesos biológicos: cómo entienden los niños la causa de una enfermedad y su curación". *Infancia y aprendizaje*, 42, pp. 81-95.

b. Barrio, C. del (1990). La comprensión infantil de la enfermedad, un estudio evolutivo. España: Anthropos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

A partir de las investigaciones anteriores, se puede observar que las explicaciones y representaciones que da el niño a diferentes aspectos del conocimiento biológico, como son la herencia, la procreación, el cuerpo y la enfermedad, siguen, desde un punto de vista cognoscitivo, una secuencia de desarrollo de acuerdo con la edad.

En este trabajo se propone al cuerpo interno como una fuente de conocimiento biológico y se plantea la siguiente pregunta: cómo se desarrollan en los niños las explicaciones dadas en torno a las nociones anatómicas y fisiológicas del interior del cuerpo humano?

Con base en lo anterior y tomando como marco de referencia la teoría de J. Piaget, se presentan las siguientes hipótesis ante el problema planteado:

1) La información referente al cuerpo interno será asimilada de acuerdo con la edad de los niños.

2) Por lo tanto, conforme los niños tengan mayor edad, sus explicaciones en cuanto a órganos existentes dentro del cuerpo, las funciones de los mismos y los procesos fisiológicos, serán más completas.

Así, se pretende cubrir el siguiente objetivo:

Establecer una posible secuencia de construcción del conocimiento biológico en lo que respecta a las nociones anatómicas y fisiológicas del cuerpo interno, diferenciando el tipo de explicaciones involucradas en ésta.

MATERIAL Y METODO

Población: Se trabajó con sujetos de 5 a 14 años de edad residentes en el interior de la República Mexicana, que cursaban los grados escolares de primero, tercero y sexto de primaria, en escuelas oficiales de la Secretaría de Educación Pública.

Muestra: Se realizó un muestreo de tipo no probabilístico intencional. Así, se trabajó con 69 niños (37 niñas y 32 varones) elegidos de 10 estados del país. Esta selección de estados se basó en la división económica de la República Mexicana propuesta por Bassols (Bassols, 19). Los estados fueron los siguientes: Campeche, Coahuila, Guanajuato, Nuevo León, Puebla, Querétaro, Sinaloa, Tabasco y Veracruz. Los sujetos se dividieron de acuerdo con su edad en tres grupos: Grupo 1, de 5 a 7 años (N=26); Grupo 2, de 8 a 11 años (N=33); y Grupo 3, de 12 a 14 años (N=10).

Tipo de estudio: Se realizó un estudio de tipo exploratorio de campo y se trabajó con un diseño de grupo.

Instrumento.

Dado que el objetivo de este trabajo ha sido el conocer la secuencia de construcción del conocimiento biológico (en las nociones anatómico-fisiológicas del interior del cuerpo humano), que el niño realiza a través de su desarrollo intelectual, se decidió utilizar dos instrumentos de manera conjunta: 1) un dibujo, y 2) un cuestionario.

1. Dibujo.

Se trabajó con dos siluetas de la figura humana (de vista anterior y posterior), previamente elaboradas, donde el sujeto pudo dibujar lo que él creía que había dentro de su cuerpo (ver Apéndice 1). Este dibujo se analizó con base en las siguientes ideas:

El dibujo infantil es una forma de expresión en el niño donde se manifiestan los cambios cualitativos que tienen una sucesión cronológica, secuencial, así como una dirección. Florence Goodenough (1964), en su test de inteligencia a través de la figura humana, parte de la hipótesis de que cuando un niño dibuja una figura humana, no dibuja lo que ve, sino lo que sabe respecto a ella; por lo tanto, no realiza un trabajo estético sino intelectual, donde el dibujo es una expresión de su repertorio conceptual más que de su capacidad artística. Este "repertorio conceptual" se

incrementa con la edad, siendo éste un parámetro para establecer la edad mental del dibujante.

Desde el punto de vista cognoscitivo, Di Leo (1974) propone: "en la elaboración del dibujo de figuras, se manifiestan, en especial, etapas y secuencias paralelas a la maduración del concepto de imagen corporal del niño" (p. 23), y menciona un acuerdo general respecto a las diferentes etapas en la actividad gráfica espontánea del niño: en primer término, se encuentra una etapa kinestésica o de garabateo (entre los 13 meses y los 3 años); posteriormente, hay una segunda etapa de representación (de los 3 años en adelante).

Para Paul Osterrieth (1976), el dibujo no está encaminado a la copia objetiva del medio ni tampoco a la comunicación social, especialmente en sus inicios. Sin embargo, sus funciones, al igual que las del juego, van cambiando según el momento del desarrollo psíquico. Es por esto que se propone que "el mejor modo de estudiar el dibujo infantil y captar su diferente significado a lo largo de las diversas fases de la infancia, sería examinar su evolución" (Osterrieth, idem, p. 26).

De esta manera se toma al dibujo realizado por el niño como una representación gráfica, la cual permite conocer el nivel de desarrollo intelectual del mismo, así como el conocer qué tanta información tiene y/o representa de su cuerpo y saber la disposición y localización topográfica que los sujetos atribuyen a los órganos y aparatos, así como las relaciones entre ellos. Por lo tanto, a través del dibujo se exploró la representación gráfica del interior del cuerpo.

2. Cuestionario.

Por otro lado, se elaboró un cuestionario que tenía preguntas relacionadas con diferentes sistemas del cuerpo, como son el digestivo, el respiratorio, el circulatorio y el óseo-muscular (ver apéndice 2).

A través de estas preguntas se buscó explorar el aspecto fisiológico. En estos reportes verbales se contempló el hecho de que las repuestas o explicaciones reflejaban, al igual que el dibujo, el nivel de desarrollo intelectual de los sujetos.

Procedimiento.

La aplicación del dibujo y de la entrevista se realizó de manera individual. Al sujeto se le mostraron las 2 siluetas y se le dijo: " Qué crees que hay dentro de tu cuerpo?". Después de que el niño empezaba a enumerar ciertas partes, se le pidió que las dibujara (el niño podía emplear una o ambas siluetas). El entrevistador en esta etapa se limitaba a observar. Una vez realizado el dibujo, se procedió a la entrevista. El entrevistador anotaba las respuestas de los sujetos.

Con la información obtenida, tanto del dibujo como de la entrevista, se procedió de la siguiente manera. El dibujo se analizó según tres criterios:

A. Presencia, denominación y localización: en este caso se tomaba en cuenta la presencia de un órgano determinado, si su denominación era correcta y si estaba bien localizado. La codificación de tal información se realizó de acuerdo con las siguientes categorías:

Nominación	Localización
0. Ausencia	-----
1. No denominación	indeterminada
2. No denominación	incorrecta
3. Neologismo	indeterminada
4. No denominación	correcta
5. Denominación coloquial sobregeneralizada	indeterminada
6. Denominación coloquial	indeterminada
7. Denominación coloquial	incorrecta
8. Denominación coloquial	correcta
9. Denominación funcional inventada	indeterminada
10. Denominación funcional inventada	incorrecta
11. Denominación funcional	indeterminada
12. Denominación funcional	correcta
13. Denominación correcta	indeterminada
14. Denominación correcta	incorrecta
15. Denominación correcta	correcta

B. Forma y organización espacial: este aspecto se refiere al manejo del espacio, es decir, si el niño dibujó en un plano bidimensional o manejó la

profundidad. De igual manera se calificó el tipo de grafos empleados para representar los diferentes órganos. Esta clasificación podía abarcar desde la utilización de un grafo indiferenciado para cualquier órgano, hasta la utilización de símbolos culturales y médicos específicos para cada órgano. La codificación para tal aspecto se realizó de acuerdo con las siguientes categorías:

Organización espacial	Tipo de grafos
0. Amorfa: indiferenciada	indiferenciados
1. Bidimensional	indiferenciados
2. Bidimensional	símbolos individuales para cada elemento
3. Bidimensional	colectivo-culturales
4. Bidimensional	médico-escolares
5. Profundidad	indiferenciados
6. Profundidad	símbolos individuales para cada elemento
7. Profundidad	colectivo-culturales
8. Profundidad	médico-escolares

Las variables consideradas para los criterios A y B fueron:

V 7 Esqueleto	V 33 Intestino grueso	V 59 Sangre
V 8 Huesos	V 34 Ano	V 60 Vasos sanguíneos
V 9 Huesos cortos	V 35 Vesícula	V 61 Sistema excretor
V10 Huesos largos	V 36 Recto	V 62 Sudor
V 11 Huesos planos	V37 Sustancias nutritivas	V 63 Orina
V 12 Costillas	V 38 Excremento	V 64 Riñón
V 13 Músculos	V 39 Saliva	V 65 Vejiga
V 14 Articulaciones	V 40 Sistema respiratorio	V 66 Tubos de riñón a vejiga
V 15 Tendones	V 41 Nariz	V 67 Glándulas sudoríparas
V 16 Cartílago	V 42 Pelitos de la nariz	V 68 Sistema reproductor
V 17 Sistema nervioso	V 43 Laringe	V 69 Ovarios
V 18 Cerebro	V 44 Tráquea	V 70 Óvulo

V 19 Cerebelo	V 45 Bronquios	V 71 Matriz
V 20 Nervios	V 46 Bronquiolos	V 72 Trompas de Falopio
V 21 Bulbo raquídeo	V 47 Alveolos	V 73 Cuello útero
V 22 Médula espinal	V 48 Pulmones	V 74 Vagina
V 23 Sistema digestivo	V 49 Epiglotis	V 75 Testículos
V 24 Boca	V 50 Diafragma	V 76 Espermatozoides
V 25 Dientes	V 51 Aire	V 77 Próstata
V 26 Faringe	V 52 Oxígeno	V 78 Uretra
V 27 Esófago	V 53 Bióxido de carbono	V 79 Pene
V 28 Estómago	V 54 Sistema circulatorio	V 80 Células
V 29 Hígado	V 55 Venas	V 81 Columna vertebral
V 30 Páncreas	V 56 Arterias	V 82 Bazo
V 31 Intestino	V 57 Vasos capilares	V 83 Tripas
V 32 Intestino delgado	V 58 Corazón	V 84 Tripas intestino

(Nota: Las variables 1-6 se refirieron a datos del sujeto)

C. Conexiones: Se refiere a la presencia de conexiones entre órganos y/o aparatos. Las categorías para clasificar esta información fueron las siguientes:

0. Ausencia de conductos y conexiones
1. Presencia de conducto pero no conectado en sus extremos
2. Presencia de conducto conectado en uno de sus extremos
3. Presencia de conducto conectado en los dos extremos (continuidad)
4. Presencia de conducto interórgano pero no conectado en sus extremos
5. Presencia de conducto interórgano conectado en uno de sus extremos
6. Presencia de conducto interórganos conectado en los dos extremos (continuidad)
7. Presencia de conducto interaparatos pero no conectado en sus extremos
8. Presencia de conducto interaparatos conectado en uno de sus extremos
9. Presencia de conducto interaparatos conectado en los dos extremos (continuidad)
10. Conexión interaparatos que involucra más de dos aparatos

Las variables consideradas fueron:
 V 7 Número total de conexiones en Sistema Oseo-muscular

- V 8 Nivel mínimo de conexiones en Sistema Óseo-muscular
- V 9 Nivel máximo de conexiones en Sistema Óseo-muscular
- V 10 Número de conexiones en Sistema Nervioso
- V 11 Nivel mínimo de conexiones en Sistema Nervioso
- V 12 Nivel máximo de conexiones en Sistema Nervioso
- V 13 Número de conexiones en Sistema Digestivo
- V 14 Nivel mínimo de conexiones en Sistema Digestivo
- V 15 Nivel máximo de conexiones en Sistema Digestivo
- V 16 Número de conexiones en Sistema Respiratorio
- V 17 Nivel mínimo de conexiones en Sistema Respiratorio
- V 18 Nivel máximo de conexiones en Sistema Respiratorio
- V 19 Número de conexiones en Sistema Circulatorio
- V 20 Nivel mínimo de conexiones en Sistema Circulatorio
- V 21 Nivel máximo de conexiones en Sistema Circulatorio
- V 22 Número de conexiones en Sistema Excretor
- V 23 Nivel mínimo de conexiones en Sistema Excretor
- V 24 Nivel máximo de conexiones en Sistema Excretor
- V 25 Número de conexiones en Sistema Reproductor
- V 26 Nivel mínimo de conexiones en Sistema Reproductor
- V 27 Nivel máximo de conexiones en Sistema Reproductor.

II. En el caso del cuestionario, las preguntas se agruparon de acuerdo con los siguientes criterios:

A. Noción de órgano específico: Se buscaba si el niño relacionaba ciertas funciones con un órgano determinado. Las categorías que se utilizaron para evaluar la información fueron las siguientes:

0. No hay noción de órgano específico

1. Tautología

2. Noción inespecífica

3. Noción específica incorrecta

4. Noción específica correcta incompleta

5. Noción específica correcta coloquial

6. Noción específica correcta médico-escolar.

Las preguntas que correspondieron a este aspecto fueron:

V7. A qué parte de tu cuerpo crees que va el aire que respiras?

V8. El aire llega a otras partes de tu cuerpo? A cuáles?

- V9. A qué parte de tu cuerpo crees que va la comida y el agua que comes y bebes?
- V10. Por qué te sale sangre cuando te cortas?
- V11. Dónde crees que se encontraba esa sangre que te sale?
- V12. Y cuando no te cortas y te sale sangre de la nariz, dónde crees que se encontraba esa sangre?
- V13. En qué lugar de tu cuerpo está la sangre?
- V14. Hay lugares específicos por donde pasa la sangre?
- V15. Dónde crees que se hace la sangre en tu cuerpo?
- V16. Dónde crees que se encuentran los huesos dentro de nuestro cuerpo?
- V17. Dónde crees que se encuentran los músculos de nuestro cuerpo?

B. Función: Se exploró si el niño atribuía una función a un órgano y/o aparato determinado. Las categorías que se utilizaron para analizar la información fueron las siguientes:

0. No sabe la función
1. Tautología
2. No da una explicación de la función como tal
3. Función incorrecta
4. Función correcta incompleta
5. Función correcta completa.

Las preguntas que correspondieron a este aspecto fueron:

- V7. Para qué crees que sirven los pulmones?
- V8. Para qué crees que sirve la sangre?
- V9. Para qué crees que sirve el corazón?
- V10. Qué crees que pasa en tu cuerpo cuando te mueves?
- V11. Para qué crees que sirven los huesos?
- V12. Para qué crees que sirven los músculos?
- V13. Para qué crees que sirven las articulaciones?
- V14. Por qué podemos mover ciertas partes del cuerpo y otras no?

C. Procesos fisiológicos: En este caso se buscó si el niño conocía y sabía explicar ciertos procesos fisiológicos.. Para analizar la información se trabajó con las siguientes categorías:

0. No hay explicación

1. Tautología

2. Incorrecta sin explicación del proceso como tal

3. Correcta sin explicación del proceso como tal

4. Explicación incorrecta del proceso

5. Explicación correcta pero incompleta del proceso

6. Explicación correcta y completa del proceso.

Las preguntas correspondientes a este aspecto fueron las siguientes:

V7. Crees que es el mismo aire el que entra (cuando respiras) que el que sale (cuando exhalas)?

V8. Qué pasaría si dejaras de respirar?

V9. Qué sucede con la comida cuando te la comes?

V10. Qué sucede con el agua cuando te la tomas?

V11. b) Qué pasa (con el agua y la comida) después de que llegan ahí?

V12. La comida y el agua se quedan dentro de tu cuerpo?

V13. Dónde?

V14. Es la misma sangre la que tenemos cuando somos niños que cuando somos grandes?

V15. Por qué?

V16. Cuando caminas o te acuestas cambia de posición lo que está dentro de tu cuerpo?

V17. Por qué?

D. Conexiones: Se exploró si el niño establecía conexiones entre diferentes órganos y/o diferentes sistemas. En este caso se tomaron en cuenta el nivel mínimo y el máximo de conexiones que el niño daba para un sistema, así como las conexiones globales de cada sistema y de todo el cuerpo. Se trabajó con las siguientes categorías:

0. No hay ninguna conexión

1. Inespecífica

2. Una conexión intrasistema incorrecta

3. Una conexión intrasistema correcta mal denominada

4. Una conexión intrasistema correcta bien denominada

5. Dos o más conexiones intrasistemas incorrectas

6. Dos o más conexiones intrasistemas correctas mal denominadas

7. Dos o más conexiones intrasistemas correctas bien denominadas
8. Una conexión intersistema incorrecta
9. Una conexión intersistemas correcta mal denominada
10. Una conexión intersistemas correcta bien denominada
11. Dos o más conexiones intersistemas incorrectas
12. Dos o más conexiones intersistemas correctas mal denominadas
13. Dos o más conexiones intersistemas correctas bien denominadas.

Las preguntas que correspondieron a este aspecto fueron:

- V7. Cómo llega ahí (el aire que respiras)?
- V8. b) Cómo (llega el aire a otras partes de tu cuerpo)?
- V9. a) Cómo (llega ahí la comida y el agua)?
- V10. Cómo llega lo que comes y bebes a todo tu cuerpo?
- V11. Cómo llega la sangre a todo tu cuerpo?

Ya codificados dibujo y cuestionario, se siguieron los siguientes pasos:

1) Análisis de frecuencia. Se obtuvieron las frecuencias con que se presentó cada categoría para cada órgano, para cada uno de los criterios, tanto en dibujo como en entrevista. Eso se hizo con el fin de eliminar aquellos órganos (variables) que nunca fueron mencionados ni dibujados por los sujetos, así como las categorías que no fueron aplicadas.

2) Posteriormente se utilizaron las pruebas estadísticas de Kruskal-Wallis y U de Mann-Whitney para ver si había diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos de edad con respecto a las criterios ya descritos. La prueba de Kruskal-Wallis hizo un análisis global que comparó a los tres grupos; la prueba U de Mann-Whitney comparó al grupo 1 con el 2; al 1 con el 3, y al 2 con el 3 para ver si había diferencias estadísticamente significativas entre ellos. En el caso del dibujo, las variables (órganos) fueron analizadas una por una, al igual que en la entrevista en lo que respecta a las respuestas.

RESULTADOS

I. Dibujo.

Después de haber realizado el análisis de frecuencia, solamente se consideraron las variables 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 18, 24, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 36, 41, 44, 48, 55, 56, 58, 59, 64, 69, 71, 72, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85 y 86. El resto de las variables no se tomaron en cuenta, debido a que no fueron dibujadas por ningún sujeto.

A. Presencia, denominación y localización

En el cuadro I, se presentan en detalle los porcentajes de niños en cada uno de los grupos estudiados, en referencia a las diferentes categorías consideradas para cada una de las variables (órganos) estudiadas.

Para los grupos 1 y 2, se observaron diferencias estadísticamente significativas en las variables 12 (costillas, con una $p < 0.0015$) y 44 (tráquea, $p < 0.005$), y entre los grupos 1 y 3 se encontraron en las variables 12 (costillas, $p < 0.0009$), 18 (cerebro, $p < 0.05$), 32 (intestino delgado, $p < 0.0232$), 64 (riñón, $p < 0.0232$) y 81 (columna vertebral, $p < 0.0232$); no hubo diferencias entre los grupos 2 y 3.

La tendencia general que se observó fue que a mayor edad de los niños, hubo un mayor porcentaje de ellos con una presencia, denominación y localización más correcta; sin embargo, la variable 18 (cerebro) fue más frecuentemente mencionada en forma adecuada, aún en el grupo 1. Por el contrario, las variables 32 (intestino delgado), 44 (tráquea), 64 (riñón) y 81 (columna vertebral) no estuvieron presentes en los niños de menor edad. Es importante señalar que las variables 8 (huesos), 28 (estómago), 48 (pulmones), 55 (venas), 58 (corazón) y 83 (tripas) fueron representadas (dibujadas) desde los sujetos más pequeños.

CUADRO I

Porcentaje de niños en cada uno de los grupos estudiados en relación con la categoría PRESENCIA, DENOMINACIÓN Y LOCALIZACIÓN (para dibujo) de aquellas variables que fueron significativamente diferentes:

VAR	GRUPO	CATEGORÍAS							
		0	2	4	8	12	14	15	
12 (costillas)	1	96.2	3.8	-	-	-	-	-	
	2	60.6	6.1	21.2	-	-	9.1	3.0	
	3	50.0	10.0	10.0	-	-	10.0	20.0	
44 (tráquea)	1	100.0	-	-	-	-	-	-	
	2	72.7	3.0	18.2	-	3.0	-	3.0	
	3	80.0	-	-	10.0	-	-	10.0	
18 (cerebro)	1	76.9	-	7.7	3.8	-	-	7.7	
	2	42.4	3.0	27.3	-	3.0	3.0	15.2	
	3	50.0	-	10.0	-	-	-	40.0	
32 (intestino delgado)	1	100.0	-	-	-	-	-	-	
	2	90.0	-	-	-	-	-	9.1	
	3	50.0	-	10.0	-	-	-	40.0	
64 (riñón)	1	100.0	-	-	-	-	-	-	
	2	90.0	-	-	-	-	3.0	6.1	
	3	80.0	-	-	-	-	-	20.0	
81 (columna vertebral)	1	100.0	-	-	-	-	-	-	
	2	90.9	-	6.1	-	-	-	3.0	
	3	80.0	-	20.0	-	-	-	-	

B. Forma y organización espacial

En el cuadro II se presentan detalladamente los resultados. Entre los grupos 1 y 2 hubo diferencias significativas en las variables: 12 (costillas, $p < 0.0019$), 18 (cerebro, $p < 0.0216$), 44 (tráquea, $p < 0.0107$), 55 (venas, $p < 0.0428$) y 84 ($p < 0.0012$), siendo el porcentaje de niños con respuestas en la categoría 0 mayor en el primer grupo que en el segundo.

Por otra parte, los grupos 1 y 3 fueron diferentes en las variables: 12 (costillas, $p < 0.0012$), 44 (tráquea, $p < 0.0011$), 64 (riñón, $p < 0.0232$) y 72 (trompas de falopio, $p < 0.0233$). Entre los grupos 2 y 3 existieron diferencias solamente en las variables 31 (intestino, $p < 0.011$) y 72 (trompas de falopio, $p < 0.0093$), conservándose la tendencia a observar un mayor porcentaje de niños con respuesta en la categoría 0 en el grupo de menor edad (grupo 1), mientras que en los grupos 2 y 3 aumentó el porcentaje para las categorías 2 a 5. Es importante señalar que en ninguno de los 3 grupos se presentó una diferencia significativa referente a las categorías 6, 7 y 8, relativas al manejo de la profundidad o tercera dimensión.

Hay que subrayar que las variables 8 (huesos), 28 (estómago), 48 (pulmones), 55 (venas), 58 (corazón) y 83 (tripas) fueron las variables que se representaron desde edades más tempranas, siendo el corazón la primera variable en ser representada por la categoría 3 (símbolo bidimensional colectivo-cultural). Por otra parte, es el grupo 3 el que tiene un incremento importante en el porcentaje en las categorías 3 y 5 para la variable 72 (trompas de falopio).

CUADRO II

Porcentaje de niños en cada uno de los grupos estudiados en referencia a la categoría FORMA Y ORGANIZACION ESPACIAL (para dibujo) de aquellas variable que fueron significativamente diferentes:

VAR	GRUPO	CATEGORÍAS					
		0	1	2	3	4	5
12 (costillas)	1	92.3	-	7.7	-	-	-
	2	60.6	-	33.3	6.1	-	-
	3	50.0	-	40.0	10.0	-	-
18 (cerebro)	1	69.2	-	26.9	3.8	-	-
	2	42.4	3.0	45.5	9.1	-	-
	3	60.0	-	40.0	-	-	-
31 (intestino)	1	96.2	-	3.8	-	-	-
	2	97.0	-	3.0	-	-	-
	3	70.0	-	30.0	-	-	-
44 (tráquea)	1	96.2	-	3.8	-	-	-
	2	69.7	3.0	9.1	-	18.2	-
	3	50.0	-	30.0	10.0	10.0	-
55 (venas)	1	73.1	11.5	15.4	-	-	-
	2	51.5	9.1	33.3	-	3.0	3.0
	3	50.5	20.0	30.0	-	-	-
64 (riñón)	1	100.0	-	-	-	-	-
	2	90.0	3.0	6.1	-	-	-
	3	80.0	-	20.0	-	-	-
72 (trompas alopio)	1	100.0	-	-	-	-	-
	2	100.0	-	-	-	-	-
	3	80.0	-	-	10.0	-	10.0

Continuación CUADRO II:

VAR	GRUPO	CATEGORÍAS					
		0	1	2	3	4	5
84	1	88.5	3.8	-	7.7	-	-
{tripas	2	100.0	-	-	-	-	-
intestino)	3	90.0	10.0	-	-	-	-

C. Conexiones.

Una vez realizado el análisis de frecuencia, se procedió a trabajar únicamente con las variables 13 a 24 y la 28, dado que el resto no fueron dibujadas por ningún sujeto.

Como se puede observar en los resultados que se describen en el cuadro III, hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos 1 y 2 en las variables: 13 ($p < 0.046$), 14 ($p < 0.0044$), 15 ($p < 0.0058$), 16 ($p < 0.0054$), 17 ($p < 0.0005$), 18 ($p < 0.0005$), 19 ($p < 0.0004$), 20 ($p < 0.0073$), 21 ($p < 0.0007$) y 28 ($p < 0.0025$).

Por otra parte, entre los grupos 1 y 3 existieron diferencias significativas en las variables 13 ($p < 0.0051$), 14 ($p < 0.0023$), 15 ($p < 0.0027$), 16 ($p < 0.0048$), 17 ($p < 0.0048$) y 18 ($p < 0.0048$). Los grupos 2 y 3 no presentaron ninguna diferencia significativa.

En todas las variables, la tendencia general fue a observar un porcentaje mayor de niños en las respuestas con categorías bajas (0-1) en el grupo 1, en tanto que dicho porcentaje iba siendo mayor en las respuestas con categorías más altas (1-6) a mayor edad de los niños (grupos 2 y 3), siendo estos grupos los únicos en referirse a la categoría 9 (presencia de conducto interparatos conectado en los dos extremos).

CUADRO III

Porcentaje de niños en cada uno de los grupos estudiados en referencia a la categoría CONEXIONES (dibujo) de aquellas variables que fueron significativamente diferentes:

VAR	GRUPO 0	CATEGORÍAS						
		1	2	4	5	6	9	
SISTEMA DIGESTIVO								
13	1	84.6	7.7	7.7	-	-	-	-
(Número de conexiones)	2	54.5	39.4	6.1	-	-	-	-
	3	40.0	50.0	10.0	-	-	-	-
14	1	84.6	3.8	-	7.7	3.8	-	-
(Nivel mínimo)	2	54.5	15.2	-	-	30.3	-	-
	3	40.0	20.0	-	-	30.0	10.0	-
15	1	84.6	3.8	-	3.8	7.7	-	-
(Nivel máximo)	2	54.5	15.2	-	-	27.3	3.0	-
	3	40.0	20.0	-	-	20.0	20.0	-
SISTEMA RESPIRATORIO								
16	1	96.2	3.8	-	-	-	-	-
(Número de conexiones)	2	60.6	36.4	3.0	-	-	-	-
	3	70.0	20.0	10.0	-	-	-	-
17	1	96.2	-	-	-	3.8	-	-
(Nivel mínimo)	2	60.6	12.1	-	6.1	18.2	3.0	-
	3	70.0	30.0	-	-	-	-	-
18	1	96.2	-	-	-	3.8	-	-
(Nivel máximo)	2	60.6	12.1	-	6.1	15.2	6.1	-
	3	70.0	20.0	-	-	-	10.0	-

Continuación CUADRO III:

SISTEMA

CIRCULATORIO

19	1	76.9	19.2	3.8	-	-	-	-
(Número de	2	30.3	57.6	12.1	-	-	-	-
conexiones)	3	50.0	30.0	20.0	-	-	-	-
20	1	76.9	3.8	-	11.5	7.7	-	-
(Nivel	2	30.3	48.5	-	-	18.2	30.0	-
mínimo)	3	50.0	50.0	-	-	-	-	-
21	1	76.9	3.8	-	7.7	11.5	-	-
(Nivel	2	30.0	36.4	-	-	30.0	3.0	-
máximo)	3	50.6	30.0	-	-	20.0	-	-
28	1	100.0	-	-	-	-	-	-
(configura-	2	81.8	-	-	-	-	-	18.2
ción global)	3	90.0	-	-	-	-	-	10.0

II Cuestionario.

A. Noción.

En este caso se trabajó con las variables 7 a 17, aún después de realizado el análisis de frecuencias.

En el cuadro IV se presentan los porcentajes de niños en cada uno de los grupos estudiados respecto a las diferentes categorías de Noción, sólo de aquellas variables (preguntas) que presentaron diferencias estadísticamente significativas. Para los grupos 1 y 2 se encontraron diferencias en las variables 7 ($p < 0.0001$), 9 ($p < 0.0001$), 10 ($p < 0.0001$), 11 ($p < 0.0017$), 12 ($p < 0.023$), 13 ($p < 0.0085$), 14 ($p < 0.0007$) y 15 ($p < 0.0473$). Entre los grupos 1 y 3 se encontraron en las variables 11 ($p < 0.0356$) y 14 ($p < 0.0236$). Finalmente entre los grupos 2 y 3 sólo se encontró una diferencia significativa, en la variable 9 ($p < 0.0189$).

Los resultados nos muestran que el porcentaje de niños que responden de la categoría 0 a la 3 es mayor para el primer grupo, mientras que el porcentaje de niños para las categorías 4 a 6 aumenta en los grupos 2 y 3.

CUADRO IV

Porcentaje de niños en cada uno de los grupos estudiados en referencia a las categorías de NOCIÓN (Entrevista) de aquellas variables que fueron significativamente diferentes:

VAR.	GRUPO	CATEGORIAS						
		0	1	2	3	4	5	6
7	1	11.5	-	3.8	34.6	26.9	3.8	19.2
	2	3.0	-	-	24.2	12.1	-	60.6
	3	-	-	-	40.0	10.0	-	50.0
9	1	23.1	-	11.5	15.4	3.8	14.2	26.9
	2	6.1	-	3.0	3.0	3.0	3.0	81.8
	3	10.0	-	10.0	-	30.0	10.0	40.0
10	1	42.3	38.5	11.5	-	-	-	-
	2	15.2	18.2	9.1	3.0	6.1	6.1	42.4
	3	30.0	30.0	-	-	-	-	40.0
11	1	19.2	-	38.5	11.5	15.4	-	15.4
	2	12.1	-	9.1	15.2	6.1	6.1	51.5
	3	-	-	30.0	20.0	-	-	50.0
12	1	19.2	-	15.4	30.8	26.9	-	7.7
	2	12.1	-	-	33.3	30.3	9.1	15.2
	3	40.0	-	-	30.0	-	-	30.0
13	1	7.7	-	53.8	19.2	11.5	-	7.7
	2	6.1	-	30.3	12.1	15.2	-	36.4
	3	-	-	40.0	20.0	10.0	-	30.0
14	1	38.5	-	11.5	19.2	19.2	-	11.5
	2	9.1	-	12.1	15.2	15.2	6.1	42.4
	3	20.0	-	-	20.0	-	-	60.0
15	1	42.3	-	3.8	53.8	-	-	-
	2	21.2	-	3.0	72.7	-	-	3.0
	3	10.0	-	10.0	80.0	-	-	-

B. Función.

En el cuadro V se presentan de manera detallada los resultados para la categoría de función; se trabajó con las variables 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 y 14.

Al hacer la comparación entre los grupos 1 y 2 se encontraron diferencias significativas en las variables 9 ($p < 0.0074$), 10 ($p < 0.0002$), 11 ($p < 0.0012$), 12 ($p < 0.0097$), 13 ($p < 0.0015$) y 14 ($p < 0.0059$).

Entre los grupos 1 y 3 las diferencias se encontraron en las variables 10 ($p < 0.0409$), 11 ($p < 0.0403$), 12 ($p < 0.0077$), 13 ($p < 0.0499$) y 14 ($p < 0.0503$). Entre los grupos 2 y 3 no se encontraron diferencias significativas.

En este caso se puede observar que el porcentaje en la categoría 4 (función correcta incompleta) presenta un incremento importante especialmente en los grupos 2 y 3. También podemos observar que para la categoría 5 (función correcta completa) hay un mayor porcentaje en los grupos 2 y 3 que en el grupo 1.

Es importante señalar que el porcentaje más alto con la categoría 5 se presentó en el grupo 3 en la variable 14 (la pregunta "por qué podemos mover ciertas partes del cuerpo y otras no?").

CUADRO V

Porcentaje de niños en cada uno de los grupos estudiados en referencia a las categorías de FUNCIÓN (Entrevista) de aquellas variables que fueron significativamente diferentes:

VAR.	GRUPO 0	CATEGORIAS					
		1	2	3	4	5	
9	1	19.2	3.8	46.4	26.9	3.8	-
	2	6.1	-	42.4	21.2	24.2	6.1
	3	-	-	60.0	20.0	20.0	-
10	1	42.3	19.2	7.7	26.9	-	3.8
	2	18.2	-	3.0	30.3	45.5	3.0
	3	20.0	20.0	-	10.0	50.0	-
11	1	19.2	-	15.4	11.5	50.0	3.8
	2	6.1	-	-	3.0	90.9	-
	3	-	-	10.0	-	90.0	-
12	1	46.2	-	11.5	19.2	23.1	-
	2	15.2	-	18.2	18.2	42.4	6.1
	3	20.0	-	-	-	60.0	20.0
13	1	84.6	-	-	7.7	7.7	-
	2	48.5	-	6.1	12.1	21.2	12.1
	3	60.0	-	10.0	-	10.0	20.0
14	1	46.2	7.7	7.7	34.6	-	3.8
	2	21.2	-	15.2	42.4	3.0	18.2
	3	30.0	-	-	40.0	-	30.0

C. Procesos.

En el cuadro VI se presentan los resultados para el criterio de Procesos.

Se trabajó con las variables 7 a 17 y después de realizado el análisis de frecuencia se trabajó con las mismas variables.

Al comparar los grupos 1 y 2 se encontraron diferencias en las variables 8 ($p < 0.0029$), 9 ($p < 0.0005$), 10 ($p < 0.0223$), 11 ($p < 0.0037$), 12 ($p < 0.0043$), 13 ($p < 0.0431$) y 15 ($p < 0.0039$).

La comparación entre los grupos 1 y 3 mostró diferencias significativas en las variables 9 ($p < 0.0275$), 12 ($p < 0.0337$) y 15 ($p < 0.0244$); sin embargo, entre los grupos 2 y 3 no se encontraron diferencias significativas.

De manera general vemos que los porcentajes de respuesta para las categorías 3, 4 y 5 aumentaron conforme la edad.

Para las variables 9, 10, 12, 13 y 15, el grupo 2 obtuvo un porcentaje mayor en la categoría 5 (explicación correcta pero incompleta) que los otros grupos.

CUADRO VI

Porcentaje de niños en cada uno de los grupos estudiados en referencia a las categorías de PROCESOS (Entrevista) de aquellas variables que fueron significativamente diferentes:

VAR.	GRUPO	CATEGORIAS						
		0	1	2	3	4	5	6
8	1	11.5	-	19.1	61.5	3.8	3.8	-
	2	3.0	-	3.0	69.7	3.0	21.2	-
	3	-	-	10.0	70.0	-	20.2	-
9	1	11.5	-	23.1	50.0	7.7	7.7	-
	2	3.0	-	9.1	36.4	3.0	48.5	-
	3	10.0	-	-	40.0	30.0	20.0	-
10	1	23.1	-	23.1	42.3	3.0	7.7	-
	2	9.1	-	18.2	39.4	9.1	24.2	-
	3	40.0	-	10.0	30.0	10.0	10.0	-
11	1	57.7	3.8	15.4	20.3	-	-	-
	2	30.3	-	12.1	24.2	6.1	20.0	-
	3	40.0	-	10.0	20.0	10.0	20.0	-
12	1	3.8	-	53.8	42.3	-	-	-
	2	3.0	-	24.2	51.5	9.1	9.1	3.0
	3	-	-	20.0	80.0	-	-	-
13	1	46.2	-	50.0	3.8	-	-	-
	2	33.3	-	30.3	12.1	9.1	15.2	-
	3	50.0	-	30.0	10.0	-	10.0	-
15	1	53.8	-	26.9	11.5	3.8	3.8	-
	2	21.2	6.1	30.3	3.0	24.2	15.2	-
	3	-	-	90.0	-	10.0	-	-

D. Conexiones.

Los resultados respecto a la categoría de conexiones se presentan en el cuadro VII. Con base en el análisis de frecuencias, se trabajó con las variables 7, 8, 9, 10 y 11. Al hacer la comparación entre los grupos 1 y 2, se encontraron diferencias significativas en las variables 9 ($P < 0.0009$) y 11 ($p < 0.0137$). Los grupos 2 y 3 fueron similares.

El mayor porcentaje de respuesta para la categoría 0, se dio en el grupo 1 para las tres variables (9, 10 y 11).

CUADRO VII

	0	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13
VAR 9													
GPO 1	69.2	3.8	3.8	11.5	3.8	3.8	-	3.8	-	-	-	-	-
GPO 2	33.3	-	3.0	15.2	27.3	-	6.1	3.0	-	3.0	-	-	9.1
GPO 3	40.0	-	-	-	10.0	30.0	-	20.0	-	-	-	-	-
VAR 10													
GPO 1	65.4	3.8	11.5	7.7	-	-	-	3.8	-	3.8	3.8	-	-
GPO 2	45.5	3.0	6.1	3.0	12.1	-	-	6.1	-	21.2	-	-	3.0
GPO 3	30.0	-	-	-	10.0	-	10.0	10.0	-	30.0	-	10.0	-
VAR 11													
GPO 1	69.2	3.8	3.8	3.8	15.4	-	-	3.8	-	-	-	-	-
GPO 2	33.3	-	-	6.1	60.6	-	-	-	-	-	-	-	-
GPO 3	20.0	-	20.0	-	60.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Una vez realizado el análisis cuantitativo de los datos, se llevó a cabo un análisis cualitativo de algunas de las variables del cuestionario que resultaron ser estadísticamente significativas:

A. Noción de órgano específico.

Entrevistador: "Cuando te cortas y te sale sangre, dónde crees que se encontraba esa sangre?"

Ante esta pregunta, encontramos las siguientes respuestas:

En el primer rango:

a) Sujeto 5 (6 años): "Dentro del cuerpo, en todo el cuerpo".

b) Sujeto 21 (7 años): "En la carne".

En el segundo rango:

c) Sujeto 41 (9 años 3 meses): "Por las mangueritas que están en todo el cuerpo".

Finalmente, en el tercer rango:

d) Sujeto 63 (12 años 2 meses): "Está en las venas y las venas están en todo el cuerpo y llevan sangre".

En este ejemplo vemos cómo se pasa de una idea inespecífica de dónde se encuentra la sangre (a), hasta una noción de órgano específico, venas, que lleva la sangre por todo el cuerpo.

Entrevistador: " Hay lugares específicos por donde pasa la sangre?"

Sujeto 4 (5 años): "Por la nariz, piernas, manos, por todo el cuerpo."

Sujeto 7 (6 años): "Sí, por la nariz y la boca."

Sujeto 8 (6 años): "Sí, por el estómago, los huesos y la panza también."

Sujeto 16 (7 años): "Por todo el cuerpo."

En este caso, se han tomado varios ejemplos de las respuestas de los niños del primer rango para mostrar que, por un lado, piensan que la sangre está en todo el cuerpo, como en una bolsa, sin conductos específicos que la contengan; por otro lado, se puede pensar en la posibilidad de que los sujetos interpretaran de otro modo la pregunta.

En lo que respecta al segundo rango, encontramos:

Sujeto 30 (8 años): "Sí, por las venas."

Sujeto 36 (8 años): "Sí, por el tubito que tenemos en los pulmones."

Sujeto 42 (9 años 10 meses): "Por todos los tubitos."

Sujeto 47 (10 años): "Sí, por las venas y arterias."

Para este rango, vemos que ya hay analogías (tubitos) y posteriormente se da una respuesta correcta (venas y arterias).

Finalmente, en el tercer rango, se encontró la respuesta "Sí, por las venas que están en todo el cuerpo", que dio el Sujeto 63, de 12 años 9 meses. Sin embargo, esta noción no se pudo generalizar para todo el rango, ya que también se encontraron repuestas incompletas en términos de que no se especificaba a las venas como conductos que llevan la sangre a todo el cuerpo.

Entrevistador: "Y cuando no te cortas y te sale sangre por la nariz, dónde crees que se encontraba esa sangre?"

Para esta pregunta, se pueden generalizar las respuestas "En el cerebro" y "En la cara", las cuales se encontraron en todas las edades; sin embargo, encontramos casos especiales, como se muestra en los siguientes ejemplos:

Rango 1:

Sujeto 4 (5 años): "Pues en la nariz."

Sujeto 26 (7 años 11 meses): "Como tenemos una tripita, son venas por acá (señala la nariz) y entonces, si estaba mucho tiempo en el sol, y la sangre se calienta, entonces sale por esa tripita."

En estas respuestas, ya se mencionan lugares más específicos (nariz, venas) por donde pasa la sangre que sale.

En el segundo rango, encontramos las siguientes respuestas:

Sujeto 34 (8 años): "En el huesito que se tiene en la nariz."

Sujeto 32 (8 años): "En el tabique."

Sujeto 38 (9 años): "Es que la sangre estaba en la vena de la nariz."

Sujeto 48 (10 años): "En los vasos sanguíneos de la nariz que a veces se revientan."

En este rango, se refuerza la respuesta "En las venas", incluso se llegaron a mencionar vasos sanguíneos.

En el tercer rango, se vuelve a encontrar la respuesta que hace referencia a las venas:

Sujeto 64 (12 años 9 meses): "Se encontraba también por las venas que tenemos en la nariz."

Vemos en las tres preguntas anteriores, que a mayor edad hay una tendencia a tener nociones de órganos más específicos que realizan una función determinada.

B. Función.

Entrevistador: " Para qué sirve el corazón?"

Ante esta pregunta, se encontraron las siguientes respuestas:

Primer rango:

a) Sujeto 12 (6 años): "No sé".

b) Sujeto 4 (5 años): "Para sentirlo, por Dios".

Segundo rango:

c) Sujeto 46 (10 años): "Para bombear la sangre con los latidos".

d) Sujeto 52 (11 años): "Para llevar la sangre por todo nuestro cuerpo".

e) Sujeto 50 (10 años 6 meses): "Para bombear la sangre a todas nuestras venas que están en todo nuestro cuerpo".

De igual manera, se puede observar la evolución de las respuestas respecto a una función (en este caso del corazón). Las respuestas van desde el no saber (a), hasta una descripción mucho más clara y completa de la función del corazón, donde se implican otras partes del cuerpo (venas) (e).

Entrevistador: " Para qué crees que sirven los músculos?"

En el primer rango, se encontraron, como respuestas generales, el "No sé" y el "Para ser fuertes"; aunque se llegó a mencionar "Para movernos, para hacer ejercicio" (Sujeto 11, 6 años).

En el segundo rango, aún se encontró con frecuencia la respuesta: "Para ser fuertes", pero hubo una mayor tendencia a mencionar al movimiento:

Sujeto 27 (8 años): "Para caminar, para moverse, para poder sentarse."

Sujeto 42 (9 años 10 meses): "Para movernos, igual que los huesos."

Finalmente, en el tercer rango no se encontraron respuestas específicas o diferentes; se mantuvieron las respuestas en torno a la fuerza y el movimiento. En este caso, aunque no fue muy notorio el cambio de tipo de respuesta conforme a las edades, sí hubo cierta tendencia a concebir a los músculos con funciones más específicas que el mero hecho de la fuerza.

Entrevistador: " Por qué podemos mover ciertas partes de nuestro cuerpo y otras no?"

A esta pregunta, en el primer rango la mayoría de las respuestas se refieren a que el sujeto no sabe; sin embargo, se encontraron respuestas como:

Sujeto 6 (6 años): "Podemos mover unas partes del cuerpo porque están livianitas y no pesan."

Sujeto 7 (6 años): "Porque unas están pegadas."

Incluso, como la respuesta:

Sujeto 26 (7 años 11 meses): "Esto ni lo podemos mover (señala el tórax) porque no tiene resortes, y en otras tenemos unos como resortes, en las rodillas, en la cintura, y mover las piernas (señala a la altura de la ingle), en el cuello, en los brazos, la muñeca, los dedos."

En el segundo rango, hay una idea mucho más clara de por qué se pueden mover ciertas partes del cuerpo y otras no, por ejemplo:

Sujeto 33 (8 años): "Porque no tienen articulaciones el tórax, y otras articulaciones sí tienen huesos."

Sujeto 46 (10 años): "Porque tenemos las articulaciones, por ejemplo, los pies es lo que más movemos."

Sujeto 57 (11 años): "Porque ahí hay una articulación y donde no hay articulación no nos podemos mover."

Sujeto 58 (11 años): "Porque no hay articulaciones."

Sujeto 59 (11 años): "Porque unas partes no tienen huesito para que se muevan."

En el tercer rango, aunque no hay generalidades, se encontraron respuestas tales como:

Sujeto 63 (12 años): "Porque no hay articulaciones en la cabeza (señala el cráneo), ni en el torso (señala el tórax)."

C. Procesos.

Entrevistador: " Qué sucede con la comida cuando te la comes?"

a) Sujeto 8 (6 años): "Lo hace a uno fuerte"

b) Sujeto 3 (5 años): "La comida va al estómago por el cuello"

c) Sujeto 62 (12 años): "Una bolsita o en las tripas la comida se va moliendo"

d) Sujeto 47 (10 años): "Pasa por la boca, glándulas salivales; por el intestino delgado, alguna comida se almacena en el intestino grueso, lo que no necesita nuestro organismo lo desecha"

e) Sujeto 63 (12 años): "Se convierte en... agarramos una parte que le sirve al cuerpo, a través de la sangre, y la otra la desechamos. Pasa por los intestinos a la sangre, por las venas; la otra, la que desechamos cuando vamos al baño, desechamos lo que no nos sirve"

En este ejemplo, la descripción de lo que sería el proceso de la digestión, se limita, en un inicio, a una consecuencia supuesta de tal proceso (a). En las respuestas subsiguientes, vemos que los sujetos implican a otras partes del sistema digestivo (cuello, tripas, glándulas salivales, intestino delgado y grueso) hasta incluir a las venas como portadoras de los nutrientes (e).

Entrevistador: "Qué pasa [con el agua y la comida] después de que llegan ahí [al estómago, panza, etc.]?"

Ante esta pregunta, se encontró lo siguiente:

En el Rango 1, hubo una amplia variedad de respuestas, desde "No sé", hasta "Se convierte en sangre", o "Se va a todo el cuerpo". Una respuesta que se presentó con frecuencia, fue aquella que, de una u otra manera, se refería al desecho. Esto es, se repitió el caso en que el niño(a) no aludía a ningún proceso interno relacionado con la digestión, sino que se limitaba a mencionar la eliminación de los desechos:

Sujeto 10 (6 años): "Sale."

Sujeto 23 (7 años): "Después la volvemos a echar."

Sujeto 19 (7 años): "Se van al río."

En este mismo rango, hubo otros niños (cuando en menor número) que tampoco aludieron a un proceso, y se limitaron a afirmar que la comida y el agua permanecen dentro del cuerpo, en el lugar que ellos señalaran como receptáculo, es decir, no parece haber ninguna transformación ni movilidad, ni relación entre lo que se ingiere y lo que se desecha:

Sujeto 18 (7 años): "Allí se queda."

Sujeto 13 (6 años 1 mes): "Se queda ahí y ya no se puede salir."

Por otro lado, algunos sujetos afirmaron que aquello que se ingiere se va a todo el cuerpo, pero fueron menos numerosos que los anteriores. Un sujeto afirmó que la comida se convierte en sangre.

En el Rango 2, ante la misma pregunta, también se encontraron casos que aludían al desecho, pero con la diferencia de que ya aparecen respuestas que hacen una distinción entre lo que "aprovechamos" de la comida, y lo que "no sirve":

Sujeto 46 (10 años): "La desechamos, lo malo solamente."

Sujeto 54 (11 años): "Como tiene vitaminas se va a todo el cuerpo y lo que no tiene vitaminas se desecha."

Asimismo, en este rango hubo menos casos en que la respuesta fuera "No sé", que en el Rango anterior. También hubo sujetos que mencionaron una transformación de los alimentos en sangre:

Sujeto 27 (8 años): "Luego el agua se hace sangre."

Sujeto 33 (8 años): "Se empieza a moler la comida y a convertirse en sangre."

En el Rango 3, la respuesta que alude directamente al desecho es menos frecuente que en los rangos anteriores. Aquí se encontró, como en el Rango 2, la respuesta que hace la distinción entre aquello que se desecha y aquello que no:

Sujeto 63 (12 años 2 meses): "Se divide lo que nos sirve y lo que no."

Asimismo, se encontró un caso que señaló específicamente que la comida (y el agua) se va a las venas, además de que una parte se desecha:

Sujeto 69 (14 años): "Se hace desperdicio, se va a la sangre, a las venas."

Esta última respuesta da idea de una mayor especificidad, ya que los niños de los rangos anteriores, cuando mucho, afirmaron que los alimentos se van a todo el cuerpo, sin especificar por qué conductos ni por qué medios.

En síntesis de lo anterior, se puede observar que conforme aumenta la edad, hay un mayor conocimiento de los procesos fisiológicos, en este caso de la digestión, en términos de complejidad y especificidad.

D. CONEXIONES.

Entrevistador: "¿Cómo llega [la comida y el agua] ahí [a la panza, estómago, etc.]"

Ante esta respuesta, se encontró:

En el Rango 1, hubo respuestas desde "No sé", hasta la mención de algún conducto o conductos. Algo llamativo fue que se encontraron casos en los que se interpretó de otra manera la pregunta:

Sujeto 13 (6 años 1 mes): "Se va solita como tiitas."

Sujeto 8 (6 años): "Rápido."

Sujeto 10 (6 años): "Como masa."

En el Rango 2, ante esta misma pregunta, aumentó el número de sujetos que mencionaron algún conducto:

Sujeto 31 (8 años): "Por la garganta y por las venas."

Sujeto 35 (8 años): "Por la garganta en trocitos."

Sujeto 30 (8 años): "Por la boca y un tubo."

Asimismo, en este rango disminuyeron los casos en que "no sabían." También se dieron casos en los cuales la pregunta fue interpretada de una manera muy particular:

Sujeto 27 (8 años): "Porque uno se toma el agua y se va para abajo."

Sujeto 49 (10 años): "Disuelto."

Sujeto 51 (11 años): "Molida la comida."

En lo que respecta al Rango 3, también se encontró la presencia de conductos, con una mayor complejidad, ya que hay más conexiones entre ellos:

Sujeto 64 (12 años 9 meses): "De la boca al tubo y del tubo a `esto` y luego al estómago."

Sujeto 63 (12 años 2 meses): "El agua llega... a los intestinos. Primero pasa por la tráquea, es como un tubo que va de la boca a aquí [señala abajo de la "manzana de Adán"], y luego pasa por un tubo y de ahí a los intestinos."

En este rango no se encontraron casos en que se diera una interpretación diferente a la pregunta, y hubo aún menos sujetos que respondieron "no sé."

Se puede apreciar, pues, que al aumentar la edad de los sujetos hubo una mejor comprensión de la pregunta. Esto podría sugerir que el lenguaje influyó en las respuestas de los niños en función de la manera en que se interpretó la pregunta. Asimismo, es notorio el hecho de que los niños de mayor edad no sólo comprenden mejor la pregunta, sino que manejan un mayor número de conexiones entre conductos, que los niños de los otros rangos.

Entrevistador: "¿Cómo llega lo que comes y bebes a todo tu cuerpo?"

a) Sujeto 13 (6 años): "Como gusanito, arrastrándose"

b) Sujeto 7 (6 años): "Moliéndola, masticándola"

c) Sujeto 25 (7 años): "Se riega la comida y el agua, caen a la bolsita que tenemos aquí; tenemos dos cosas, una para que nos salga la pipí, y otra para que nos salga la popó"

d) Sujeto 40 (9 años): "Por la garganta, se revuelve en el estómago, después se va como si fuéramos a orinar, pero después ya no, y se va hacia las piernas, la comida baja al estómago y luego para el cerebro por las venitas"

e) Sujeto 57 (11 años): "Pasa por la tráquea, va al estómago, se mezcla con los jugos gástricos, luego pasa al intestino grueso, se aloja la comida que no es buena, no sirve, y la pasa al recto y el cuerpo la pasa al organismo. El agua se va a la sangre directamente, una parte se aloja en forma de orina. La comida se va al esófago, al estómago, al páncreas, al hígado, intestino grueso, luego el delgado, y va al corazón y es bombeado en forma de sangre."

f) Sujeto 63 (12 años): "Por medio de conductos que son las venas, que llevan lo que nos sirve a través de la sangre; el aire también se va a través de la sangre. El aire y la comida son como parte de la sangre".

En este caso, vemos que en un principio, se interpretó la pregunta de otra manera, y la respuesta no implicó ninguna conexión entre órganos (a y b). Posteriormente, hay una cierta noción de órgano (bolsita). En la respuesta d, ya hay una denominación de órganos, y se describe un posible curso que sigue la comida. En la respuesta e, se mencionan muchos más órganos de un mismo sistema (digestivo), donde está implicada una conexión entre ellos. Finalmente en la respuesta f, aunque no se mencionan muchos

órganos, se involucra a otro sistema (circulatorio), específicamente las venas, como portadoras de los nutrientes a todo el cuerpo, lo cual implica que el sujeto tiene una noción más completa de las conexiones involucradas en un proceso fisiológico.

Entrevistador: "¿Cómo llega la sangre a todo tu cuerpo?"

En respuesta a esta pregunta, se encontró lo siguiente:

En el Rango 1, hubo respuestas desde "No sé", hasta la presencia de conductos. Al igual que en una de las preguntas referentes al aparato digestivo, se encontraron interpretaciones muy particulares de la pregunta realizada:

Sujeto 13 (6 años 1 mes): "Como viborita."

Sujeto 8 (6 años): "Rápido, porque cuando se corta uno enseguida sale sangre."

Sujeto 5 (6 años): "Bajándose por todo el cuerpo."

No sólo se trata de interpretaciones muy particulares a la pregunta, sino también se puede observar, en el último ejemplo, que el niño, además de explicar el fenómeno por simple gravedad, parece concebir al cuerpo interno como una especie de saco o bolsa que está llena de sangre, sin conductos específicos que contengan a ésta.

En lo que se refiere al Rango 2, se encontraron respuestas parecidas, pero con la diferencia de que ya hay una mayor especificidad, en términos de una mención del corazón, junto con las venas, como un medio para hacer llegar la sangre al cuerpo:

Sujeto 31 (8 años): "Por el corazón y lo saca a las venas; es como una bomba que saca pura sangre."

Sujeto 35 (8 años): "Porque el corazón cuando está latiendo va pasando sangre a las venas."

Sujeto 46 (10 años): "Por el corazón y las venas; cada latido arroja sangre y llega a todas las partes del cuerpo."

Lo anterior da la idea de que los niños de mayor edad incluyen un mayor número de órganos en la explicación de una misma función, lo que sugiere una mayor complejidad e integración. Asimismo, en este rango ya no fue tan frecuente la respuesta "no sé."

En el Rango 3, se observaron también casos en los cuales se señaló tanto a las venas como al corazón, como medios de explicación:

Sujeto 64 (12 años 9 meses): "Por las venas y por el corazón."

Sujeto 61 (12 años): "Por el corazón y las venas."

Sujeto 63 (12 años 2 meses): "Por el fluido del corazón; por las mismas palpitations del corazón hace que la sangre recorra todas las venas. El corazón palpita porque entre aire cuando respiramos."

En este rango sólo hubo un sujeto que respondió "no sé."

En síntesis de las respuestas a esta última pregunta, es posible observar cómo al aumentar la edad de los sujetos, aparecen órganos (corazón y venas a partir del Rango 2) que en un inicio no son mencionados como medios que hagan llegar la sangre al cuerpo.

DISCUSIÓN

Nuestros resultados pusieron de manifiesto que conforme aumentaba la edad de los sujetos, había una tendencia a responder de manera más compleja según las categorías propuestas en este trabajo. Esto quiere decir que el desarrollo de las nociones anatómico-fisiológicas del interior del cuerpo humano parte de una idea de cuerpo indiferenciado, con pocos órganos y pocas funciones específicas, hasta una representación donde hay una localización, denominación, organización espacial (con respecto a la anatomía) y explicaciones de procesos fisiológicos cada vez más completas.

Respecto al dibujo, los resultados son consistentes con los hallazgos de otros autores como Crider (1981), Amann-Gainotti (1986), León Sánchez (1990), Torres de Bea (1987) y Glaun y Rosenthal (1987), quienes a partir de sus investigaciones propusieron que conforme aumentaba la edad había una mayor diferenciación e integración de los órganos, así como una localización de los mismos cada vez más correcta, como se verá en los siguientes ejemplos:

Nombre: YNÚ

Sexo: F

Edad: 5

Grado: 1º

Cd. & Municipio: Durango

Estado: Durango

(3)

88

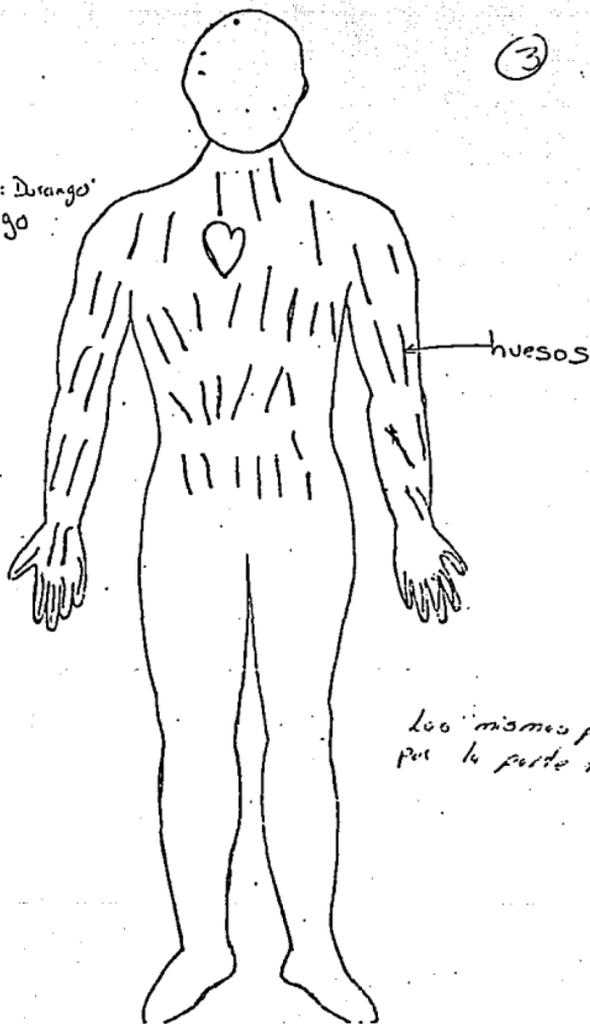
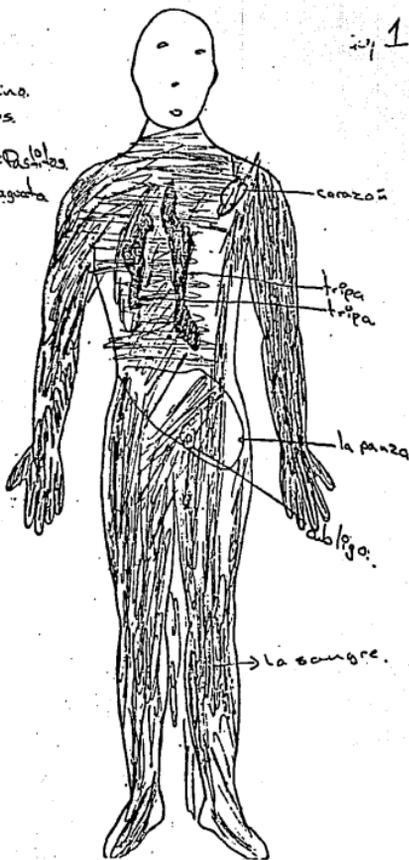


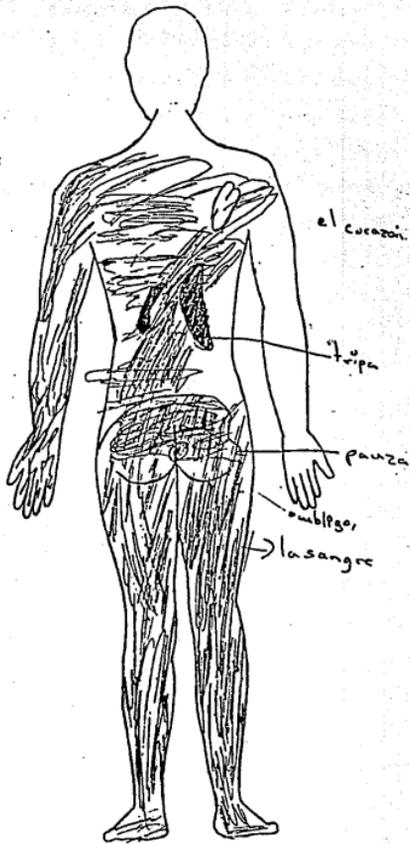
Fig. 1. Dibujo del interior del cuerpo realizado por una niña de 5 años. Aparecen sólo corazón y huesos. No hay noción ni localización de otros órganos. Tampoco hay conexiones entre órganos. La construcción del espacio es bidimensional.

Nombre: MAT
 Sexo: Femenina.
 Edad: 5 años
 Grado: 1º Aº
 Cd. ó Municipio: Quilichao
 Estado: Cauca

Fig. 1



Nombre: MAT
 Sexo:
 Edad:
 Grado:
 Cd. ó Municipio:
 Estado:



Figs. 2a y 2b. Dibujo de una niña de 5 años. Aparecen más órganos, aunque mal localizados y sin conexión entre ellos. La sangre parece estar por todo el cuerpo, sin nada que la contenga. Se utilizaron ambas siluetas. La construcción del espacio es bidimensional.

20 190

Nombre: VGM
Sexo: F
Edad: 7
Grado: 3^a
Cd. 6 Municipio: Culiacan
Estado: Sinaloa

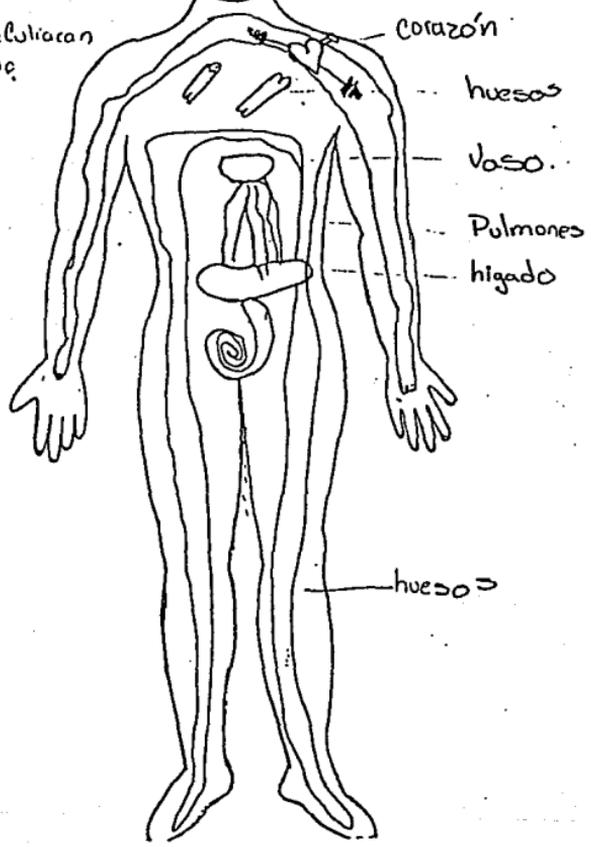
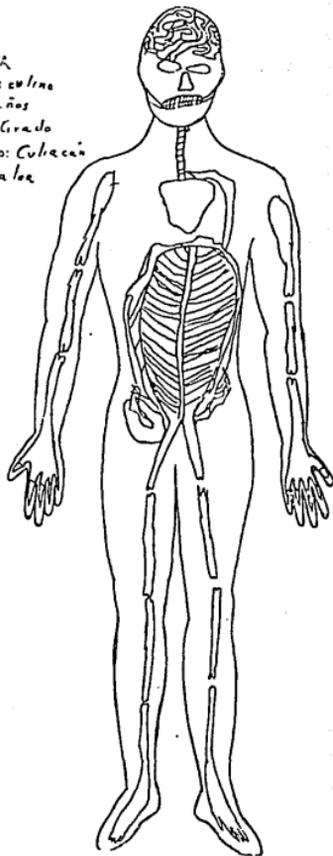


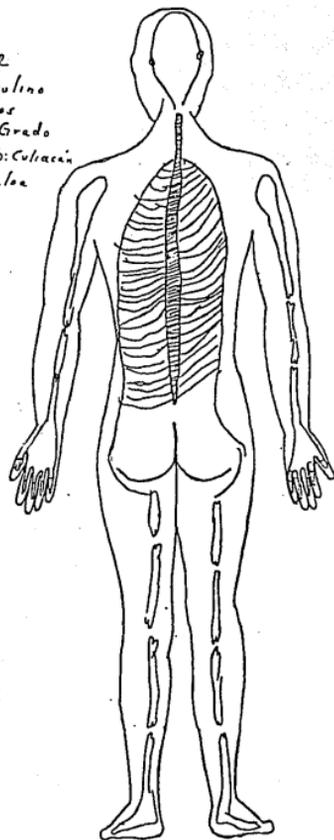
Fig. 3. Dibujo de una niña de 7 años. Aparecen órganos, que aunque su localización no es correcta, sí hay diferenciación entre ellos, así como intentos por conectarlos. La construcción del espacio es bidimensional.

Nombre: G. R.
Sexo: Masculino
Ettad: 8 años
Grado: 3º Grado
Cd. ó Municipio: Culiacán
Estado: Sinaloa



29

Nombre: G. R.
Sexo: Masculino
Edad: 8 años
Grado: 3º Grado
Cd. ó Municipio: Culiacán
Estado: Sinaloa



Figs. 4a y 4b. Dibujo de un niño de 8 años. Aparecen cerebro y tráquea. Hay intento de conexiones. La construcción del espacio es bidimensional.

Nombre: C.B.R.

Sexo: Femenino

Edad: 5.2

Grado: 7. A

Cd. ó Municipio: P. A.

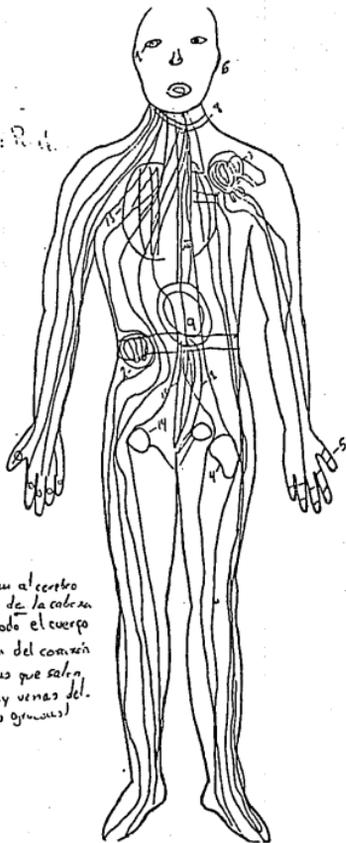
Estado: Toluca

37

- 1- pupila
- 2- hígado
- 3- corazón
- 4- nariz
- 5- tendones
- 6- tímpano
- 7- venas ?
- 8- laringe
- 9- estómago
- 10- vía urina
- 11- vía de leche
- 12- laringe

Hay venas que llegan al cerebro
venas que salen de la cabeza
y se dirigen a todo el cuerpo
y otras que salen del corazón
hay venas que salen
del corazón, hay venas del
gastro y venas genitales

- 13- Costillas
- 14- huesos



Nombre: C.B.R.

Sexo: Femenino

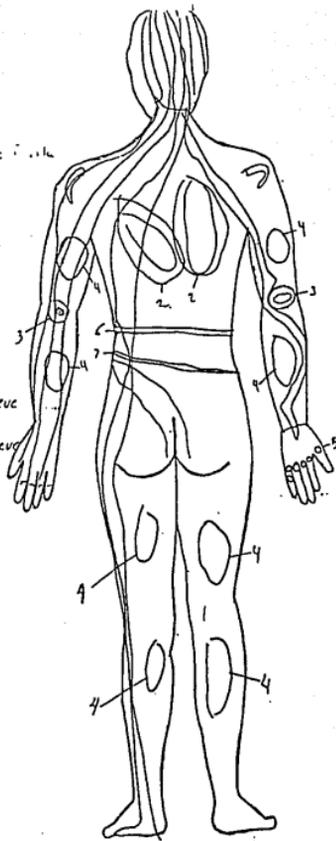
Edad: 5.2

Grado: 7. A

Cd. ó Municipio: P. A.

Estado: Toluca

- 1- Cerebro
- 2- pulmones
- 3- huesos
- 4- músculos
- 5- huesitos de los dedos
- 6- hueso que mueve la cintura
- 7- hueso que mueve la cadera

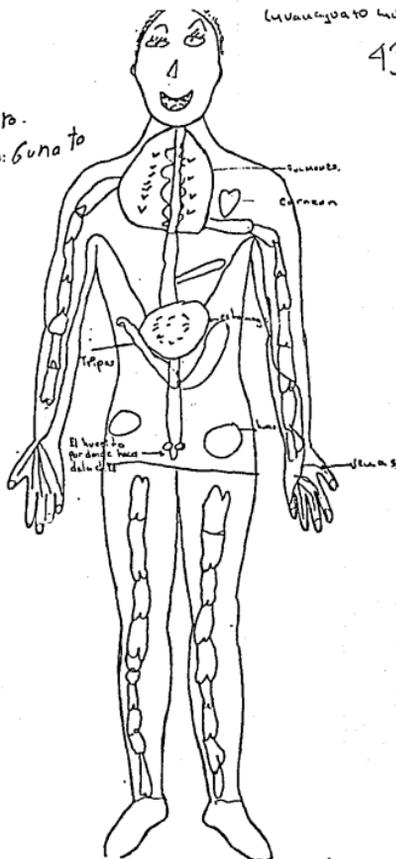


Figs. 5a y 5b. Dibujo de un niño de 8 años, 6 meses. Aparecen muchos más órganos, con mayor número de intentos de conexiones, con grafos diferenciados para cada órgano y con indicios de manejo de la tercera dimensión.

Nombre: OSL
 Sexo: Niño
 Edad: 10
 Grado: 1º Peto.
 Cd. ó Municipio: Guayato
 Estado:

Guayato Guayato.

43



Nombre: OSL
 Sexo:
 Edad:
 Grado:
 Cd. ó Municipio:
 Estado:

Tefus
 Cabeza hueso.

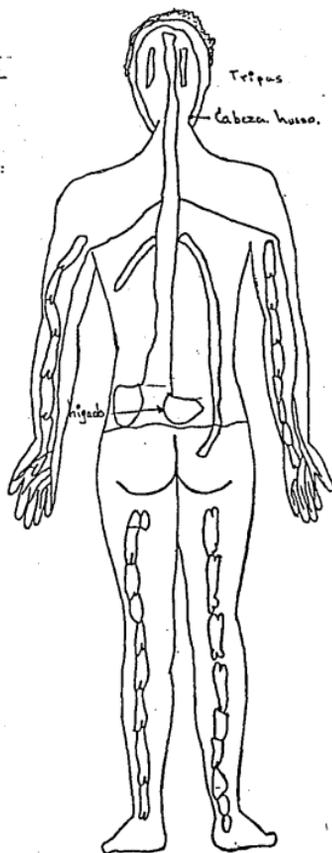
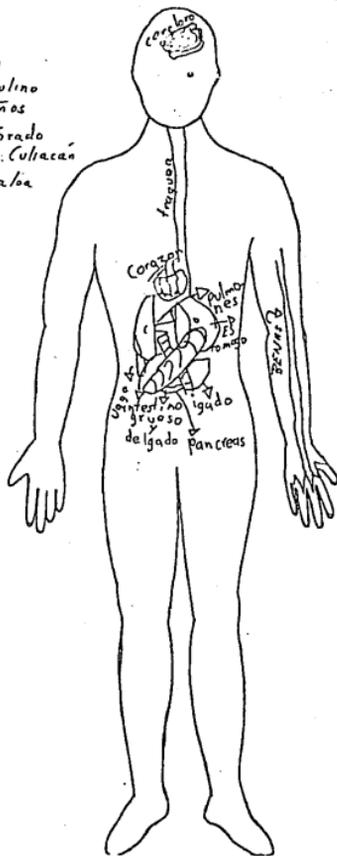


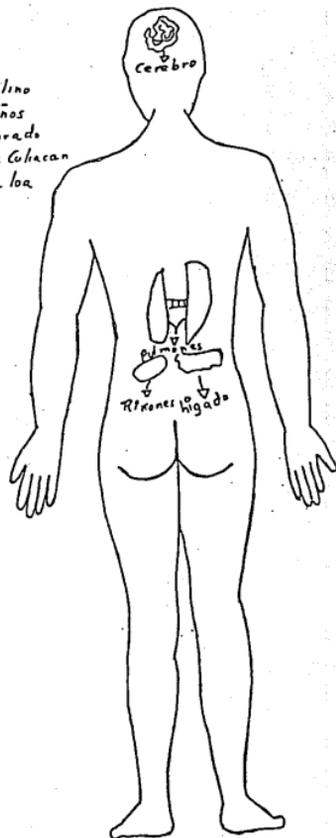
Fig. 7a y 7b. Dibujo de un niño de 10 años, 6 meses. Aparecen órganos representados por grafos específicos para cada uno de ellos. Hay mejores intentos de conexiones entre órganos de un mismo sistema (digestivo). Hay un mejor manejo de la tercera dimensión.

Nombre: JGV
 Sexo: Masculino
 Edad: 12 años
 Grado: 6º Grado
 Cd. & Municipio: Culiacán
 Estado: Sinaloa



60

Nombre: JGV
 Sexo: Masculino
 Edad: 12 años
 Grado: 6º Grado
 Cd. & Municipio: Culiacán
 Estado: Sinaloa



Figs. 8a y 8b Dibujo de un niño de 12 años. Si bien en este dibujo la representación de los órganos no es completa, sí hay un manejo de profundidad, el cual no se presentó en los dibujos anteriores.

En nuestros resultados se mencionaron variables como el corazón, huesos, venas, estómago, pulmones y tripas, que fueron dibujados aún por los sujetos más jóvenes; este hecho concuerda con la afirmación hecha por Torres de Bea (1987) respecto a que las partes más significativas, obvias, sensibles y activas tienen una representación más prominente y más temprana que otros órganos.

Respecto al cuestionario, se encontró una tendencia a dar explicaciones cada vez más completas sobre funciones y procesos fisiológicos conforme aumentaba la edad, lo cual nos habla de una integración y por lo tanto de una representación más completa del interior del cuerpo. Estos resultados concuerdan con los descritos por León Sánchez (1990), Glauin y Rosenthal (1987) y del Barrio (1988), quienes a partir de sus investigaciones propusieron que a mayor edad hay un tipo de explicación más completa con respecto a funciones de órganos, así como de procesos fisiológicos.

Ahora bien, un aspecto importante respecto al dibujo en este trabajo fue el manejo de la profundidad y la tercera dimensión. Si bien en algunos sujetos hay indicios de ésta, en ninguno de los tres grupos se le pudo observar consistentemente; suponemos que si la experiencia con los objetos es fundamental para su mejor conocimiento, este caso no es la excepción: el niño por lo general sólo tiene contacto con los esquemas del cuerpo humano en un plano bidimensional (en los libros de texto, por ejemplo); por lo tanto, le es difícil representar el lugar que tienen algunos órganos en el interior del cuerpo y con respecto al resto del mismo.

Otro aspecto importante fue la influencia de símbolos culturales, como el "corazón de San Valentín" o los "huesos de perro" que se presentaron con frecuencia en todas las edades. Estos órganos empezaron a ser representados con símbolos médico-escolares conforme aumentaba la edad (especialmente en el grupo 2), al igual que otros órganos como las costillas y la tráquea. Esto nos habla de que a una mayor edad, hay una representación más acorde con la información que el niño recibe por diversos medios. Sin embargo, aún en edades menores, el simbolismo cultural tiene una gran influencia.

Vemos, pues, que las nociones anatómico-fisiológicas del interior del cuerpo, como parte del conocimiento biológico, en general, se desarrollan mejor conforme se tiene más edad, al igual que sucede en otras áreas del conocimiento biológico, como la idea de herencia, estudiada por Springer y Keil (1989), quienes encontraron que los niños desarrollaban hipótesis cada vez más sofisticadas conforme una mayor edad. Paralelamente, Bernstein y Cowan (1975) estudiaron las explicaciones dadas por los niños sobre el proceso de reproducción en humanos, encontrando que éstas iban de acuerdo con el nivel y estructura de pensamiento de los sujetos.

Los resultados del presente trabajo sugieren que, en términos generales, las nociones anatómico-fisiológicas del interior del cuerpo humano, como parte del conocimiento biológico, siguen una secuencia similar a la del desarrollo del pensamiento matemático y físico propuesta por Piaget, en términos de una mejor asimilación de la información y de mejores explicaciones a ciertos fenómenos, conforme aumenta la edad. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la edad no necesariamente es indicador de un nivel de desarrollo. Por lo tanto, se sugiere el empleo de instrumentos que determinen el nivel de desarrollo de los sujetos, independientemente de su edad cronológica. Con esto sería posible encontrar en qué medida dicho nivel de desarrollo determina el tipo de explicación dada por el sujeto ante un fenómeno biológico determinado. Asimismo, hay que considerar que la experiencia, en el caso del conocimiento del cuerpo, juega un papel muy importante. Dicha experiencia podría estar influenciada por el medio que rodea al sujeto, esto es, su educación escolar y familiar, que pueden o no proporcionar al sujeto elementos para tener una representación más amplia del mismo a nivel de la construcción del espacio y la localización de órganos, y a su vez de sistemas. Con base en estas consideraciones, se propone el estudio de la influencia e información social que el niño recibe y sus implicaciones en la representación del cuerpo, así como en las explicaciones que el niño da a los procesos fisiológicos.

Se considera que, para cubrir en su totalidad los objetivos planteados en este trabajo, sería conveniente desarrollar un instrumento más fino, esto es, un cuestionario sobre nociones anatómico-fisiológicas que cubriera los sistemas del cuerpo de manera exhaustiva; que las preguntas estuvieran

encaminadas a explorar de manera más fina las nociones de conservación, los tipos de explicación causal, e incluso la influencia del medio social, que subyacen a las explicaciones y/o representaciones del niño sobre su cuerpo. En este punto también, se sugiere cuidar los aspectos de validez y confiabilidad de tal cuestionario, tanto en el tipo de preguntas como en los sujetos que lo aplican, así como la revisión de las categorías propuestas.

Finalmente, es muy importante trabajar con una muestra más grande (representativa) y homogénea (por cada estado), donde no haya elementos que pudieran sesgar la información (como el hecho de tener sujetos de 13 y 14 años cursando el 6o. grado de primaria), o donde pudiera haber diferencias dadas por la ciudad o estado en que viven.

APÉNDICE 1a
DIBUJO (VISTA ANTERIOR)

Nombre:

Sexo:

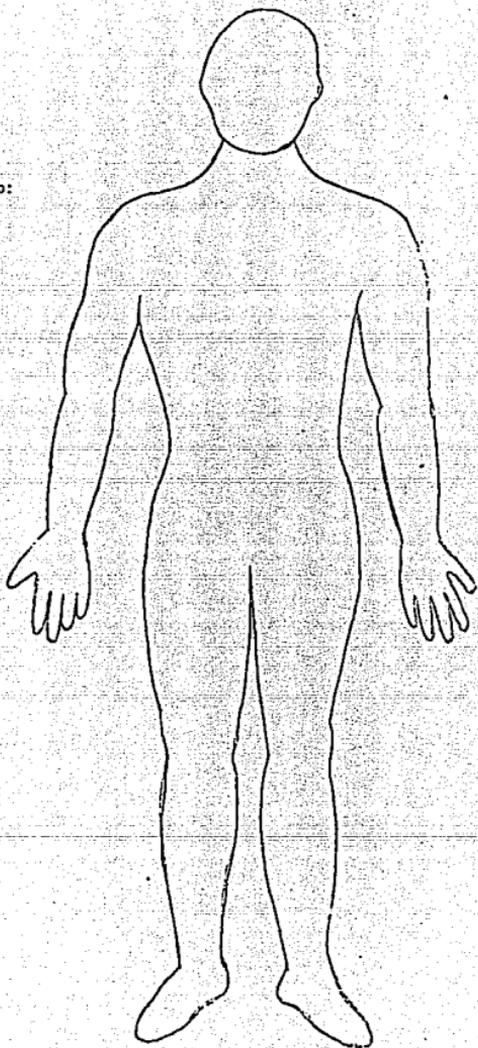
Edad:

Grado:

Cd. ó Municipio:

Estado:

Escuela:



APÉNDICE 1b
DIBUJO (VISTA POSTERIOR)

Nombre:

Sexo:

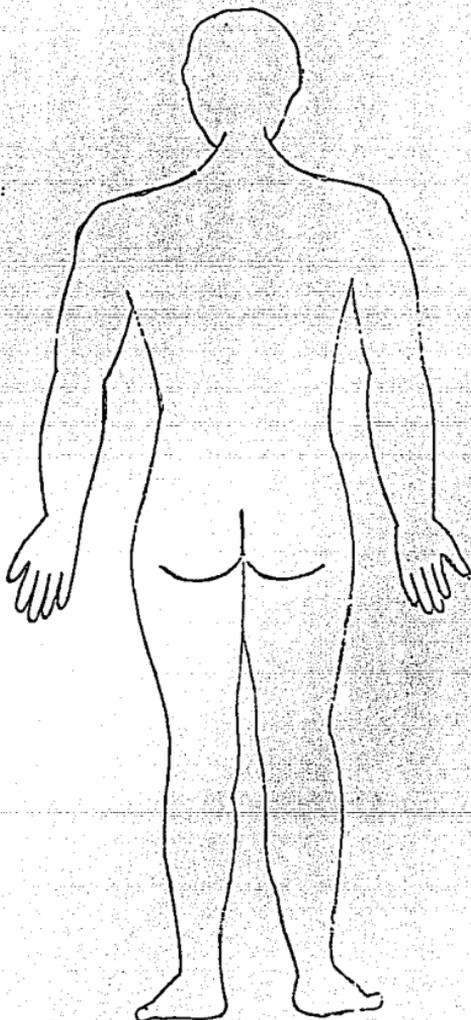
Edad:

Estado:

Cd. y Municipio:

Escola:

Escuela:



APÉNDICE 2

CUESTIONARIO

Aparato Respiratorio

1. ¿A qué parte de tu cuerpo crees que va el aire que respiras?
2. ¿Cómo llega ahí?
3. ¿El aire llega a otras partes de tu cuerpo?
4. ¿Para qué crees que sirven los pulmones?
5. ¿Crees que es el mismo aire el que entre (cuando respiras) que el que sale (cuando exhalas)?
6. ¿Qué crees que pasaría si dejaras de respirar?
 - a) por qué?

Aparato Digestivo

1. ¿Qué sucede con la comida cuando te la comes?
2. ¿Qué sucede con el agua cuando te la tomas?
3. ¿A qué parte de tu cuerpo crees que va la comida y el agua que comes y tomas?
 - a) ¿cómo llega ahí?
 - b) ¿qué pasa después de que llega ahí?
4. ¿Cómo llega lo que comes y bebes a todo tu cuerpo?
5. ¿La comida y el agua se quedan dentro de tu cuerpo?
 - a) ¿dónde?

Aparato Circulatorio

1. ¿Por qué te sale sangre cuando te cortas?
2. ¿Dónde crees que se encontraba esa sangre que te sale?
3. Y cuando no te cortas y te sale sangre por la nariz, ¿dónde crees que se encontraba esa sangre?
4. ¿En qué lugar de tu cuerpo está la sangre?
5. ¿Cómo llega la sangre a todo tu cuerpo?
6. ¿Hay lugares específicos por donde pasa la sangre?
7. ¿Dónde crees que se hace la sangre en tu cuerpo?
8. ¿Para qué crees que sirve la sangre?
9. ¿Para qué crees que sirve el corazón?

10. ¿ Es la misma sangre la que tenemos cuando somos niños que cuando somos grandes?

a) ¿por qué?

Sistema Óseo-muscular

1. ¿Qué crees que pasa en tu cuerpo cuando te mueves?
2. ¿Cuando caminas o te acuestas, (el experimentador señala los órganos que el sujeto dibujó), cambia de posición lo que está dentro de tu cuerpo?
3. ¿Dónde crees que se encuentran los huesos dentro de nuestro cuerpo?
4. ¿Para qué crees que sirven los huesos?
5. ¿Dónde crees que se encuentran los músculos dentro de nuestro cuerpo?
6. ¿Para qué crees que sirven los músculos?
7. ¿Qué crees que son las articulaciones?
8. ¿Por qué podemos mover ciertas partes de nuestro cuerpo y otras no? (el experimentador señala por ejemplo la mitad del tórax)