



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE PSICOLOGIA

INDUCCION DE REGLAS DE PENSAMIENTO FORMAL EN UNA
TAREA PIAGETIANA DE PROPORCIONALIDAD: EQUILIBRIO DE
LA BALANZA.

T E S I S

Que para obtener el grado de:
MAESTRO EN PSICOLOGIA
P r e s e n t a

Fryda / Díaz Barriga Arceo

Asesor: Mtro. Javier Aguilar V.

Ciudad Universitaria, Febrero de 1984



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A RUBEN

A MI HIJA TANIA

A MI MADRE Y MIS HERMANOS

A TODOS MIS GRANDES AMIGOS

COMO UN RECONOCIMIENTO AL MAESTRO JAVIER AGUILAR V.

POR SU APOYO CONSTANTE Y SAPIENCIA INAGOTABLE. CON AFECTO

ESPECIAL AGRADEZCO SU ESTIMULO EN MI FORMACION PEPSONAL,

ETICA Y ACADEMICA.

POR LA AYUDA RECIBIDA Y SUS VALIOSAS APORTACIONES AL TRABAJO:

DRA. SILVIA ROJAS, DR. SERAFIN MERCADO, MTRA. SANDRA CASTAÑEDA,

MTRO. CARLOS SANTOYO, LIC. MA. DE LOURDES LULE, LIC. JOSE HUERTA,

SR. BENJAMIN MARTINEZ H.

A LOS ALUMNOS DEL AREA DE PSICOLOGIA EDUCATIVA DE LA FACULTAD
DE PSICOLOGIA QUE PARTICIPARON EN EL ESTUDIO. EN ESPECIAL, A

"MIS SUJETOS" :

ANA LUISA

LUZ MARIA

MACRINA

ELSA

TONATZIN

MA. DE LOS ANGELES

VERONICA

BLANCA

NOEMI

Indice

	página
INTRODUCCION	1
CAPITULO I	
DESARROLLO COGNOSCITIVO: ENFOQUES PIAGETIANO Y NEOPIAGETIANO.....	5
1.1 Conceptos básicos de la teoría Piagetiana del desarrollo cognoscitivo.....	5
1.2 Periodos del desarrollo cognoscitivo	9
1.3 Críticas al modelo Piagetiano	18
1.4 Enfoque Neopiagetiano	21
1.5 Aplicaciones hacia la educación	29
CAPITULO II	
OPERACIONES DE PENSAMIENTO FORMAL	37
2.1 Operaciones binarias	39
2.2 Grupo INRC	42
2.3 Esquemas operatorio formales	45
2.4 Comprensión de reglas	47
2.5 Investigación reciente sobre pensamiento for- mal	48
CAPITULO III	
TAREA: EQUILIBRIO DE LA BALANZA	58
3.1 Enfoque Piagetiano a la tarea de la balanza ...	59
3.2 Enfoque neopiagetiano (Siegler) a la tarea de - la balanza	65

	página
3.3 Contrastación Siegler-Piaget	72
3.4 Algunas investigaciones sobre la tarea de la - balanza	75
INVESTIGACION	89
RESULTADOS	118
CONCLUSIONES Y DISCUSION	171
BIBLIOGRAFIA	
APENDICES	

Introducción

En las últimas décadas, el autor que ha causado el impacto más grande en el campo de la teoría e investigación educativa - con niños y adolescentes, es Jean Piaget; se ha dicho que "sus contribuciones a los campos de la epistemología genética y el desarrollo intelectual son ahora reconocidas como las más importantes que se han hecho en este siglo" (Beard, 1969, p. 3). Aún así, el impacto que ha tenido su trabajo en la práctica educativa es menor de lo que podría y debería ser. Esto es debido a - que aunque casi todas las personas y grupos involucrados en la educación hoy en día hablan de Piaget, son más bien pocos los - que pueden comprender la profundidad y riqueza de su trabajo, y más pocos aún los que pueden diseñar experiencias educativas -- acordes a los principios piagetianos. Esto puede deberse, en - parte, a la complejidad de áreas de conocimiento en que Piaget ha hecho sus estudios (Física, Matemáticas, Lógica, Biología), - a la aproximación metodológica de la escuela ginebrina que se - aleja del control experimental y la estadística inferencial e - incluso a los escritos mismos de Piaget, que nunca han tenido - una finalidad didáctica, y que en sí mismos no plantean aplicaciones a la educación.

La extensión del trabajo de Piaget y sus colaboradores sobre los fenómenos cognoscitivos es sorprendente: el autor comenzó con un estudio del desarrollo intelectual de sus propios hijos, para adentrarse después en los orígenes del juego y la imitación como formas simbólicas de representar el mundo; incursiónó en el estudio del desarrollo del lenguaje y pensamiento, de los juicios y razonamientos, de la comprensión de la causalidad física, de los conceptos morales, numéricos y espacio-temporales, e incluso en el campo de la percepción y la filosofía educativa.

Son de interés particular para la presente tesis, sus estudios sobre el desarrollo cognoscitivo. Como es bien sabido, Piaget plantea que existen cuatro estadios de desarrollo: el de la inteligencia sensoriomotriz, el preoperacional, el de las operaciones concretas y el de las operaciones formales. Ubicando - - nuestro trabajo dentro del estudio de las operaciones de pensamiento formal, mencionaremos que es a partir de las investigaciones de Piaget y su colaboradora Bärbel Inhelder que se desarrolló un amplio conjunto de tareas para evaluar pensamiento formal, tomando como marco de referencia explicativo las operaciones de la lógica proposicional y del grupo Klein o INRC.

Sin embargo, estos estudios, conducidos en la década de los 50's, han recibido, al igual que la aproximación piagetiana en general, importantes críticas metodológicas, aún cuando se reconoce la validez de sus postulados principales. Se ha criticado el empleo del método clínico basado principalmente en reportes verbales, el no controlar sistemáticamente las variables involucradas en las tareas, en no emplear muestras representativas de sujetos, y en general, el no ceñirse a los cánones del método experimental. Esto ha conducido al surgimiento de una línea de investigación reciente, denominada neo-piagetiana, que se ha abocado a estudiar los fenómenos descritos por los ginebrinos aplicando una metodología experimental más rigurosa.

Considerando que no se ha caracterizado cómo se manifiestan las operaciones formales en jóvenes mexicanos cuando se enfrentan a tareas piagetianas específicas de pensamiento formal, y que no se ha determinado si es posible modificar los niveles de ejecución mostrados para subsecuentemente inducir niveles de competencia superiores, la presente investigación de tesis se abocó a -- analizar esta problemática.

Para ello, se seleccionó la tarea piagetiana de pensamiento formal EQUILIBRIO DE LA BALANZA (Inhelder y Piaget, 1972, cap. - XI), a la cual subyace un esquema de proporcionalidad. Se ha --

conjuntado el enfoque de estos autores con el del neopiagetiano Robert Siegler (1976, 1978) para la conducción de la investigación. La investigación versó sobre los siguientes puntos: en primer lugar se determinaron los niveles de pensamiento manifestados en la ejecución de un grupo de estudiantes de licenciatura al tratar de resolver la tarea, lo cual permitió detectar las reglas que empleaban. En segundo lugar, se estructuraron y condujeron una serie de experiencias y situaciones de entrenamiento para inducir a los sujetos a la adquisición de reglas -- más complejas, que les permitieron solucionar la tarea a un nivel formal. Por último, se exploró, exitosamente, la capacidad de transferencia de los procedimientos descubiertos a una tarea análoga. A lo largo del estudio, se analizaron una serie de variables (escolares, personales, motivacionales, culturales) que en gran medida influyeron en los niveles de comportamiento mostrados por los sujetos participantes.

El esquema de la tesis es el siguiente:

En el CAPITULO I: DESARROLLO COGNOSCITIVO: ENFOQUES PIAGETIANO Y NEOPIAGETIANO se presenta un breve panorama, a manera de marco teórico de referencia de la investigación, de las etapas del desarrollo cognoscitivo. Se comentan los supuestos y conceptos principales, las características de los estadios y se contrastan los dos enfoques, haciendo hincapié en los aspectos educativos.

En el CAPITULO II: OPERACIONES DE PENSAMIENTO FORMAL, se da una descripción más detallada de los procesos de pensamiento formal tanto en los aspectos teóricos (piagetianos y neopiagetianos) como en relación a los hallazgos de investigación reportados al respecto. Se enfatiza el esquema de proporcionalidad y los procesos de formación de reglas.

En el CAPITULO III: TAREA DE EQUILIBRIO DE LA BALANZA, se hace una descripción teórico-metodológica de dicha tarea, contrastando el enfoque de Inhelder y Piaget con el de Siegler. Se reporta también la investigación de otros autores con la tarea de la balanza.

Posteriormente, se presenta la INVESTIGACION conducida, siguiendo un formato experimental, incluyéndose los RESULTADOS, -- CONCLUSIONES Y DISCUSION, seguidos de la BIBLIOGRAFIA consultada y de los APENDICES correspondientes.

Debe aclararse que este trabajo se desarrolló conjuntamente a un estudio paralelo de Lule González (en proceso), donde se incluye la misma tarea (equilibrio de la balanza) pero se trabajó con poblaciones de menor edad y nivel escolar, diseñándose experiencias de entrenamiento diferentes.

CAPITULO I

DESARROLLO COGNOSCITIVO:

ENFOQUES PIAGETIANO

Y

NEO PIAGETIANO

CAPITULO I: DESARROLLO COGNOSCITIVO:

ENFOQUES PIAGETIANO Y NEOPIAGETIANO

Con la finalidad de contextualizar el trabajo de Piaget acerca del desarrollo cognoscitivo, y principalmente para poder ubicar en el mismo el período de las operaciones formales, objeto de estudio de este trabajo, se dará en este capítulo un breve panorama del desarrollo cognoscitivo. Aunque éste no pretende ser exhaustivo, se presentan los conceptos piagetianos básicos, los períodos y estadios propuestos por él y el trabajo de algunos autores dentro de la corriente neopiagetiana, poniendo interés particular en los aspectos educativos.

1.1 Conceptos básicos de la teoría Piagetiana de desarrollo cognoscitivo.

Las ideas piagetianas sobre el desarrollo cognoscitivo del niño no se presentan de ninguna manera como estáticas; han ido evolucionando y completándose a lo largo de más de 40 años de investigación conducida por la escuela ginebrina. Por consiguiente, no es sorprendente que los planteamientos iniciales del autor en la década de los 20 y 30 presenten versiones modificadas en los años 60's. y 70's. Por ello, se han seleccionado las obras más recientes para caracterizar los períodos del desarrollo cognoscitivo, tratando de integrar la información recabada considerando las similitudes más que las divergencias en aspectos secundarios. En la elaboración de este capítulo, se conjuntaron las ideas de Fraisse y Piaget (1973), Piaget (1975), Piaget (1978), y de autores como Beard (1969), Ginsburg y Oppen (1977), Flavell (1978) y Nicolas (1979). En los segmentos de información que se consideró pertinente, se cita a cada autor en lo particular.

Hasta que Piaget y sus colaboradores hicieron un estudio de tallado del pensamiento, desde el nacimiento hasta la adolescencia, se pensaba que algunas percepciones al menos, o un sentido del tiempo, o aún algunos conceptos, podían ser innatos. Piaget encontró que los niños aprenden lentamente a reconocer formas y tamaños, y que en su primera infancia no se han dado cuenta que los objetos son permanentes. Piaget considera que ciertos procesos subyacen a todo aprendizaje, ya sea en organismos simples o en seres humanos. Esto se debe a dos procesos esenciales, por un lado la adaptación al medio ambiente, y por otro la organización de la experiencia por medio de la acción, memoria, percepciones y otros tipos de actividades mentales. Mientras que en un organismo simple, la adaptación es materia de vivir para satisfacer las necesidades elementales y la organización es rudimentaria, el ser humano conforme se va desarrollando, asimila y se adapta a una sucesión de ambientes y manifiesta una complejidad en su organización que va incrementándose progresivamente.

De sus trabajos iniciales, Piaget concluyó que al nacer sólo lo poseemos algunos reflejos innatos, que permiten al individuo ejercitarse y organizar sus acciones; por ello, el recién nacido no nace con habilidades mentales hechas, completas, sino con maneras de responder al medio ambiente. Debe surgir la capacidad de organizar estas acciones para que se vuelvan habituales. De aquí surge uno de los conceptos claves de la aproximación -- piagetiana: el concepto de esquema que se refiere a secuencias bien definidas de acciones, siendo su característica principal, cualquiera que sea su naturaleza o complejidad, la de ser totalidades organizadas que son frecuentemente repetidas y que pueden ser diferenciadas fácilmente de otros comportamientos diversos y variados. Ejemplo de estos esquemas, son los que se presentan en el estadio de las operaciones formales, como son los de combinatoria y proporcionalidad.

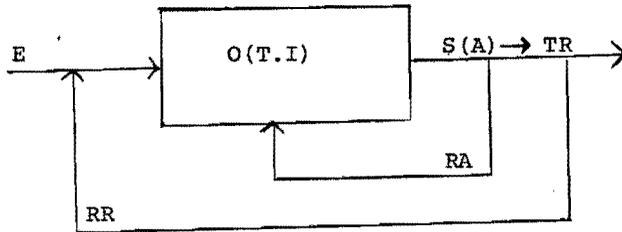
Tan pronto como un esquema de acción se desarrolla, se aplica, según Piaget, a cada nuevo objeto y situación pertinente. Al proceso de incorporar nuevos objetos o experiencias dentro de los esquemas existentes, se le denomina asimilación. Los niños pequeños sólo poseen esquemas de acciones y percepciones, y conforme se van desarrollando intelectualmente, llegan a representar una cosa por otra, empleando palabras y símbolos, construyendo esquemas representacionales. Complementando el proceso de asimilación, existe el proceso de buscar nuevas formas de comportamiento exitosas cuando el ambiente no responde a los esquemas que posee el sujeto. Al proceso de modificar esquemas para solucionar problemas surgidos en el ambiente a partir de experiencias nuevas, se le llama acomodación. Beard (1969, p. 4) opina que el proceso de acomodación "excepto en niños muy pequeños, es un proceso muy activo, que se despliega a sí mismo en exploración, cuestionamiento, ensayo y error, haciendo experimentos o reflexionando"; gracias a estos procesos, pueden surgir nuevos esquemas mentales que concuerden adecuadamente con la situación, problema o tarea que el medio ha planteado al sujeto.

A través de estos dos procesos de actividad inteligente, el niño asimila nuevas experiencias a sus esquemas existentes, o acomoda sus esquemas, ya sea extendiéndolos o combinándolos. Debido a esto, se dice que los esquemas son muy flexibles, pero mantienen su propiedad de ser todos organizados aún cuando se extiendan o modifiquen. Sin embargo, la adaptación lograda es una adaptación temporal, que se romperá cuando el ambiente se altere y el sujeto extienda su rango de acción.

Otro proceso importante dentro del modelo piagetiano, simultáneo al de la adaptación, es el de la interiorización, que se refiere a la capacidad progresiva del niño de representar el mundo mentalmente, usando memorias, imágenes, lenguaje, símbolos. Esto le

permitirá llegar al pensamiento adolescente que puede proceder - enteramente de forma imaginal y abstracta, sin recurrir a acciones presentes, concretas. Así, se propone que el pensamiento, - incluyendo sus aspectos mnémicos, crece, se desarrolla gradualmente, a través de la internalización de la acción.

Según Nicolas (1978, p. 25) el esquema fundamental que da cuenta de la forma en que Piaget concibe al ser viviente en sus relaciones con el medio ambiente, considerando los mecanismos ya descritos, es el siguiente:



La explicación de la terminología empleada es la siguiente:

E = los estímulos de entrada; O = organización (sistemas de transformaciones internas); S (A) = salidas o acciones que conducen a TR = transformación de lo real; RR = retroalimentación a partir de los resultados de TR; RA = retroalimentación a partir de las propias acciones transformadoras de lo real; (TI) = transformaciones internas o esquemas diversos derivados de la organización O.

Este paradigma plantea que en la concepción piagetiana el organismo humano efectúa transformaciones para desarrollarse en función de sus posibilidades genéticas y biológicas por una parte, -

pero en estrecha relación con su ambiente, incluidos por supuesto, los aspectos sociales y culturales. Podemos también observar que se ve la interrelación sujeto-ambiente ligada a un intercambio de información, a una transformación y construcción de la misma. Así, la asimilación será una integración de información exterior a las estructuras del sujeto, y habrá una acomodación, cuando el sujeto, una vez asimilado la realidad a sus propios marcos de referencia, se pueda adecuar a las nuevas circunstancias que dicha realidad - le plantea. Podemos decir que pueden darse condiciones de equilibrio o desequilibrio a nivel intelectual; el primero, cuando se ha dado una relación armónica entre asimilación-acomodación, y el segundo cuando las necesidades no son satisfechas o la estructura no es la adecuada.

1.2 Períodos del desarrollo cognoscitivo.

Los estudios de Piaget e Inhelder condujeron a plantear que - existen tres grandes períodos en que el desarrollo cognoscitivo es cualitativamente diferente, manifestándose estadios y subestadios en cada uno de ellos. El primero es el período de la inteligencia sensoriomotriz, que va desde el nacimiento hasta la aparición del lenguaje, aproximadamente a los 18 meses de edad; se subdivide en seis estadios. El segundo gran período va desde esa fecha hasta los 11 ó 12 años y consiste en la preparación para y la realización de las operaciones concretas de clases, relaciones y números. Este período lo subdivide Piaget en dos estadios: el preoperacional (18 meses a 7 años) y el de las operaciones concretas propiamente dichas (de los 7 años al comienzo de la adolescencia). El tercer gran período es el de las operaciones formales, que surge en la adolescencia y caracteriza al pensamiento adulto.

De manera general, podemos decir que en la etapa sensoriomotriz se da una complejización sucesiva de las acciones y percepciones hasta llegar a la permanencia del objeto y a la formación

de grupos de desplazamientos. El período preoperacional implica la existencia de estructuras representacionales, pero no operacionales ni reversibles. El período de operaciones concretas incluye operaciones lógicas que obedecen las leyes de los agrupamientos. Y finalmente, el período de las operaciones formales - (que se describirá en detalle en el capítulo II de esta tesis) - representa el pensamiento más complejo y abstracto, el pensamiento hipotético-deductivo, para el cual Piaget plantea un modelo - sujeto a las leyes de la lógica y matemática de los grupos y el reticulado.

Antes de pasar a describir con más detalle las características de los períodos del desarrollo, revisaremos el concepto mismo de estadio en el modelo piagetiano:

Piaget (1978) considera estadios (en el plano de las operaciones intelectuales) a los "cortes" que obedecen a las siguientes características:

1. Para que haya estadios es necesario que el orden de sucesión de las adquisiciones sea constante. La cronología puede variar de población a población, y depende de la experiencia previa del sujeto y de su medio social. Por lo anterior, las edades medias planteadas para los estadios de desarrollo serán siempre relativas a una población específica. Lo importante es que el orden de sucesión de los comportamientos sea constante, que no aparezca antes que otro un comportamiento en una población -- que apareció después en otra.

2. Debe haber un carácter integrado, es decir, que las estructuras construidas en una edad dada se conviertan en parte integrante de las estructuras de la edad siguiente. Así, por ejemplo, las operaciones concretas constituyen una parte integrante de las formales, pues aunque éstas últimas constituyen una nueva

estructura, reposan sobre las concretas "a título de contenido" y se dice que las formales son operaciones sobre operaciones.

3. Un estadio se caracteriza por una estructura de conjunto. Así, por ejemplo, en el nivel de operaciones formales, la estructura será el grupo de las 4 transformaciones o retículo INRC. Si un sujeto alcanza una estructura, es capaz de multitud de operaciones distintas, pero relacionadas entre sí.

4. Un estadio tiene a la vez un nivel de preparación y uno de terminación. Para las operaciones formales, por ejemplo, el de preparación será el período de los 11 a los 13 ó 14 años, y para la terminación será el nivel de equilibrio que aparece en ese momento; en dichas terminaciones puede haber diversos grados de estabilidad. Así, se plantea que puede existir, en pensamiento formal, un nivel incipiente o inicial y un nivel avanzado, dentro del mismo estadio.

5. Deben diferenciarse los procesos de formación o la génesis de las formas de equilibrio finales. Sólo éstas últimas constituyen las llamadas estructuras de conjunto, más o menos acabadas, mientras que los procesos de formación son diferenciaciones de tales estructuras.

Para complementar la noción de lo que es un estadio, es importante mencionar la noción de desfase. Los desfases son "la repetición o la reproducción del mismo proceso formador a diferentes edades" (Piaget, 1978, p. 65). Puede haber desfases horizontales cuando una misma operación se aplica a diferentes contenidos, como sucede en las operaciones formales. También se da el caso de desfases verticales, que implican una reconstrucción de una estructura por medio de otras operaciones; p.e. al final del período sensoriomotriz el niño logra un grupo de desplazamientos práctico, no internalizado, pero años más tarde podrá representárselo mentalmente.

Considerando lo anterior, los períodos del desarrollo designan las grandes unidades del mismo, y los estadios y subestadios describen sus subdivisiones. Piaget propone que los tres grandes períodos mencionados, con sus estadios particulares, constituyen procesos de equilibración sucesivos, escalones hacia el equilibrio. Desde que se alcanza el equilibrio en un punto, la estructura se integra en un nuevo sistema en formación hasta lograr un nuevo equilibrio siempre más estable y con un campo más extenso que el anterior. Esto a su vez implica que el desarrollo intelectual se caracteriza por una reversibilidad creciente. Esta reversibilidad aumenta durante los estadios descritos, y tiene dos formas: la inversión o negación y la reciprocidad, las cuales se manifiestan en el período del pensamiento concreto y se vinculan entre sí en el de operaciones formales.

A continuación comentaremos algunas características de los diferentes estadios del desarrollo:

1.2.1 Inteligencia Sensoriomotriz.

En el momento del nacimiento, la vida mental se reduce a la actividad de los sistemas de reflejos, que son coordinaciones sensoriales y motoras, de origen netamente hereditario, tendencias instintivas, como la nutrición. Posteriormente se manifiestan -- las reacciones circulares primarias, que son ciclos de acción repetida, que conducen a la formación de los primeros hábitos, que de hecho, no buscan un fin específico. En un tercer estadio, los movimientos que el niño hace, se centran en los resultados que se producen en el medio ambiente, con la sola meta de mantener dicho resultado. En este estadio, el niño cree que un objeto ha desaparecido si no está en su campo visual y no puede reconocer un objeto cuando se le muestra parcialmente. En un cuarto estadio, donde se da una coordinación de esquemas secundarios, el niño persigue una finalidad con sus actos y utiliza diferentes medios; reúne p.e.

el esquema de "jalar el mantel" con el de "alcanzar un objeto que está en la mesa". Es posible que después disocie estos esquemas y los recombine con otros. En este cuarto estadio, el niño busca los objetos que se le ocultan, pero siempre en el lugar inicial - donde se escondieron, y no busca en otros lugares aunque se hayan hecho desplazamientos evidentes ante él. Considera sus propias acciones como el único origen de la causalidad. En un quinto estadio, denominado de las reacciones circulares terciarias, el niño busca activamente nuevos resultados, y realiza variaciones importantes en las actividades que lo llevan a nuevos resultados. Los objetos adquieren una permanencia real y una identidad física independiente de sus movimientos en el campo de acción del sujeto. Se adquieren nociones elementales de "antes-después" y el sujeto retiene en la memoria secuencias de desplazamientos. En el sexto y último estadio de este período, el niño comienza tanto a inventar como a descubrir, y aún cuando no piensa en términos de imágenes, emplea alguna forma de acción simbólica transicional. Comienza, asimismo, a manifestar su capacidad de imitación diferida y de juego simbólico.

El período de la inteligencia sensoriomotriz permite que el niño vaya organizando gradualmente su universo, formándose al final categorías fundamentales, como son los esquemas de espacio, tiempo, objeto permanente y causalidad. Dichas categorías, en el modelo piagetiano, no están predeterminadas, ni son innatas, sino que el sujeto mismo las construye. Por lo anterior, es evidente que un infante que se encuentre en un medio estimulante, circundado por adultos u otros infantes que jueguen con él, enriqueciendo sus experiencias y que lo ayuden a organizarlas, mostrará un avance en comparación a otros bebés, cuyo ambiente no sea propicio.

1.2.2 Pensamiento Preoperacional.

Alrededor de los 18 meses o dos años, aparece la posibilidad de representar una cosa por medio de otra, un significado por un -

significante. "El significado puede ser, por ejemplo, un objeto, un acontecimiento, un esquema reflejo o sensoriomotor; el significante puede ser un dibujo, una imagen mental, una imitación diferida o el lenguaje " (Nicolas, 1978, p. 77). El niño llega así al estadio preoperacional, caracterizado principalmente por la llama da función semiótica (Piaget, 1975). Se diferenciarán el símbolo y el signo, pues el primero puede ser idiosincrático, inventado - por el individuo en lo personal, mientras que el signo sólo apare ce en sociedad. Un ejemplo de lo anterior, es cuando una niña -- pequeña juega a la "comidita" manejando como símbolo una plasta - de lodo para representar un signo, es decir, un pastelillo. La - importancia de esta etapa reside en que el niño desarrolla la ap titud de evocar acontecimientos pasados y/u objetos ausentes. Es ta aptitud se manifiesta por los comportamientos ya mencionados: la imitación diferida, el juego simbólico, el dibujo, la formación de imágenes mentales, y el desarrollo creciente de la memoria y - el lenguaje.

La imitación diferida manifiesta la posibilidad de imitar un comportamiento en ausencia de un modelo. La función del juego -- simbólico es la satisfacción del yo sin limitaciones ni sanciones, por la transformación de lo real que el niño hace en función de - sus deseos (Piaget, 1975). A su vez, el dibujo es una especie de conceptualización personal del niño antes de poder hacer copias - fieles del mundo que percibe. La imagen mental no será una sim-- ple prolongación de los objetos percibidos, sino el resultado de una imitación interiorizada, pudiendo haber imágenes reproducti-- vas y anticipadoras de los eventos y sus resultados. De la misma forma, habrá memoria de reconocimiento y de evocación de los mis mos.

El lenguaje aparece con los otros elementos de la función se miótica. Sólo el hombre es capaz de un lenguaje basado en signos, donde las palabras designan significados abstractos, conceptos, - que pueden interrelacionarse sintácticamente para lograr infinidad

de significados.

Se ha postulado que el pensamiento preoperacional es intuitivo, prelógico; el niño no logra aún la reversibilidad, se centra en sus percepciones y es incapaz de manejar simultáneamente más de dos elementos o variables de un problema. Por lo mismo, no hay conservación ni posibilidad de aplicar las operaciones de identidad, transitividad y asociación.

Una característica sobresaliente del pensamiento preoperacional, es el egocentrismo, pues el niño está centrado en sí mismo, no puede ver las cosas desde otros puntos de vista; en consecuencia se dice que su pensamiento es animista y artificialista, debido a que el niño "da vida" en su pensamiento a los objetos inanimados. Por ejemplo, dice "Mira, la Luna me sigue", esa silla me pegó, es mala", "mi muñeca tiene frío", etcétera. Se manifiesta una fantasía sin acomodación a la realidad.

Dado que el razonamiento en este estadio no se mueve de lo universal a lo particular (deducción) ni de lo particular a lo universal (inducción) sino de particular a particular, se dice que el pensamiento preoperacional es transductivo, de carácter intuitivo.

Al niño en este periodo no le es posible darse cuenta de sus propias contradicciones, pues adopta opiniones sucesivas diferentes, olvidando los puntos de vista previamente asumidos. Le es difícil establecer las relaciones entre clases y entre el todo y sus partes.

1.2.3 Operaciones Concretas

Hacia los 7 u 8 años, "nacen" las operaciones. Comienzan cuando las acciones físicas se internalizan como acciones mentales (operaciones). El niño podrá resolver ahora situaciones de manera lógica, mientras que antes lo hacía en forma intuitiva. Es

tas situaciones se relacionan a los problemas planteados en agrupamientos (seriación, clasificación, correspondencia) y en tareas de conservación (cantidad, peso, volumen, área, longitud). Se -- pueden realizar operaciones, pero siempre sobre objetos concretos, empleando contenidos. Si una operación es una acción interiorizada de carácter reversible, el mejor criterio de aparición de operaciones concretas será la constitución de invariantes o nociones de conservación. En el modelo piagetiano, el periodo de las operaciones concretas posee las propiedades análogas a las de una estructura lógico-matemática denominada agrupamiento, en contraste con una estructura de grupo en las operaciones formales.

Un agrupamiento, característico de esta etapa, posee las siguientes propiedades:

- composición: podemos unificar dos elementos de un conjunto total para proporcionar un nuevo elemento del mismo conjunto. Por ejemplo, hombres + mujeres = adultos, donde $A + A' = B$. Esta propiedad es análoga a la de cierre en un grupo, pero incompleta, -- pues no todos los elementos pueden reunirse y dar un tercero.

- inversión: pueden separarse las clases combinadas previamente, por lo cual, cada operación tiene una operación contraria que la anula. En el ejemplo dado, adultos - mujeres = hombres. En el caso de las operaciones aritméticas elementales, lo contrario de la suma es la resta, y de la multiplicación, la división.

- asociatividad: el resultado obtenido en dos formas diferentes es el mismo: niños + (niñas + mujeres) = (niños + niñas) + mujeres, es decir, $A + (B + C) = (A + B) + C$

- identidad: una operación combinada con su contraria, se -- anula, por ejemplo, 2 km. recorridos al norte, seguidos de 2 km. recorridos al sur, es igual a cero km. recorridos; $A - A = 0$.

- tautología: una clase adicionada a sí misma, permanece - siendo la misma: niños + niños = niños. Esta propiedad no se cumple con números, porque $3 + 3 = 6$, se dice que entonces se da una iteración, donde $A + A = 2A$.

En este periodo se manifiestan esquemas anticipatorios, de crece el egocentrismo y surge la cooperación con otros, sustituyendo al juego solitario. El niño puede ahora clasificar, hacer series de dos o más formas simultáneas, apreciar la interrelación del todo con las partes o de una clase con sus subclases. El pensamiento del niño operacional concreto tiene, sin embargo, las siguientes limitantes: hay dificultades para tratar adecuadamente los problemas netamente verbales, emplea procedimientos de ensayo y error más que de prueba de hipótesis para solucionar problemas, no puede abstraer reglas generales, ni puede ir más allá de los datos para imaginar posibilidades o explicaciones - alternativas.

Los agrupamientos de relaciones que el niño aprende a manejar, son los siguientes:

1. jerarquías de clase (conceptos superiores e inclusivos, y conceptos subordinados).

2. relaciones de diferencia planteadas en órdenes de sucesión o seriaciones.

3. substitución de un elemento por otro análogo, equivalente (p.e. $8 = 7 + 1 = 6 + 2$).

4. establecimiento de relaciones simétricas (p.e. si hay - dos hijos en una familia, el niño comprende que cada uno es hermano del otro).

5. operaciones multiplicativas (relaciones que se hacen de dos o más formas simultáneamente). Un ejemplo es la multiplicación de clases, donde el niño sabe clasificar, manejando tanto el criterio de figura geométrica como el de color, el objeto --

círculo rojo.

1.3 Críticas al modelo Piagetiano

La aproximación piagetiana del desarrollo cognoscitivo ha recibido diversas críticas. Estas pueden centrarse en dos áreas -- principales: a) críticas a la metodología de investigación a la escuela ginebrina, y b) críticas a sus postulados teóricos.

En relación a los procedimientos de investigación piagetianos, ha sido el método clínico, en especial, el que ha recibido -- mayores objeciones. Dicho método se basa en la búsqueda de los -- razonamientos relacionados con las creencias y opiniones de los -- niños al enfrentarse a las tareas; en las que a veces se le permite manipular objetos. El método involucra conversaciones individuales experimentador-sujeto, que no son rígidas ni estandarizadas, sino que difieren de acuerdo a la réplica ofrecida por cada niño en particular, de tal manera que los aspectos cualitativos -- del pensamiento se evalúan independientemente de si la respuesta es "correcta" o no. El experimentador juega un papel muy importante, pues debe cuestionar constantemente al sujeto, enfrentarlo a sus propias contradicciones y crearle "conflictos cognoscitivos." Se le ha criticado al método clínico su carácter eminentemente -- verbal, el que no permita controlar sistemáticamente las variables involucradas en la tarea, y en consecuencia, que no arroje -- medidas objetivas de la ejecución del niño. Se ha dicho que no -- emplea instrucciones explícitas, que no sean vagas ni ambiguas, y que nulifica la posibilidad de evaluaciones colectivas. Las tareas piagetianas clásicas han sido también cuestionadas, puesto -- que aparte de no haberse estandarizado sus procedimientos de administración, los contenidos que emplean generalmente son poco familiares a los sujetos, y se centran en áreas de índole científica, dejando de lado los contenidos sociales y humanísticos. Otro núcleo importante de críticas al trabajo de los ginebrinos, se relaciona con las poblaciones poco representativas estudiadas por Pia

get; se ha dicho que sus estudios se realizaron con niños y adolescentes de un estatus social medio-alto, procedentes en su mayoría de un medio cultural europeo privilegiado, en comparación al del grueso poblacional. Esto ha conducido a que la cronología de presentación de las etapas del desarrollo sea diferente cuando otras poblaciones se enfrentan a las tareas piagetianas, y que incluso no lleguen a manifestarse los comportamientos esperados (lo que sucede especialmente con el periodo de pensamiento formal, cuya universalidad no ha podido manifestarse concluyentemente, considerando los hallazgos de varias investigaciones, revisadas en los Capítulos II y III de esta tesis).

Particularmente, Siegler (1978) critica a la metodología -- piagetiana en los siguientes puntos: "es difícil inferir de una clasificación por estadios, qué es lo que el niño conoce... metodológicamente, surgen serios cuestionamientos a la confiabilidad intra e interexperimental" (p. 111). El autor dice que es cuestionable la confiabilidad intraexperimento porque en muchos estadios sólo en base a una medida se decide a qué estadio pertenece un niño, y no se emplean varios registradores ni se correlacionan sus juicios. En relación a la confiabilidad interexperimento, existen diferentes grupos de investigadores entre los cuales los estándares para colocar a un sujeto en un estadio determinado, varían considerablemente.

En la interpretación de los datos de sus investigaciones, la escuela ginebrina ha sido tradicionalmente renuente a conducir análisis estadísticos inferenciales, presentado más bien análisis cualitativos de la ejecución individual de cada sujeto, -- ofreciendo a veces análisis grupales que emplean estadística descriptiva (frecuencias, porcentajes, percentiles). Piaget argumenta al respecto lo siguiente: "en un principio, el objetivo de estos estudios no era establecer una escala de desarrollo y obtener determinaciones precisas de la relación entre edad y las etapas. Se trataba de comprender el mecanismo intelectual empleado

en la solución de problemas, y de determinar el mecanismo de razonamiento. Por eso usamos un método no estandarizado, un método de libre conversación con el niño ...Es por esa razón que, personalmente, siempre desconfío mucho de las estadísticas aplicadas a nuestros resultados. No es que me disgusten las estadísticas; cuando era zoólogo trabajé con entusiasmo en la biometría, pero hacer tablas estadísticas con respecto a niños a los que se interrogó de modo diferente, es algo que me parece muy abierto a críticas, en cuanto a los resultados de la dispersión" (citado por Rigo Lemini, 1983).

Aunque en general se han confirmado la presentación y secuencia de los estadios propuestos por Piaget, no todos los autores están de acuerdo con la explicación e interpretación que se hace de los datos, y en algunos casos, con la cronología aproximada propuesta. Un ejemplo, lo constituyen las obras de autores como Bruner, Wallon, Merani, Bower y Case, quienes proponen modelos alternos al piagetiano. Son más bien pocos los investigadores que interpretan los datos en términos de la lógica de proposiciones o de los modelos matemáticos de grupo y agrupamiento.

Muchas de las críticas planteadas no son deficiencias del modelo piagetiano si las analizamos a la luz de sus propios postulados. Piaget mismo ha dicho, como vimos en la cita anterior, que su objetivo no fue nunca establecer una cronología rigurosa de la progresión del desarrollo intelectual y que tampoco su interés se centró en emplear muestras representativas de sujetos bajo un enfoque experimental pragmático. Sin embargo, Vinh-Bang (1970) comenta que desde 1959 Piaget incluye en sus obras cuadros numéricos, pues "como muy a menudo ha llegado a sospecharse que escribimos libros y construimos teorías sobre la base de 10 ó 20 casos, por una vez vamos a entregar el detalle de nuestros cuadros estadísticos... así, nos enteramos de que 2159 niños fueron interrogados en 8 años de trabajo, con 18 colaboradores, pudiendo consultarse 25 cuadros de porcentajes" (p. 175).

Considerando las críticas recibidas, podremos comprender el por qué del surgimiento de líneas de investigación recientes sobre los fenómenos del desarrollo cognoscitivo, que se apartan en mayor o menor medida de la orientación y metodología piagetiana ortodoxa. En particular, a partir de la década de los 60's, un núcleo considerable de investigadores dentro de la trayectoria - anglosajona ha dado un giro importante hacia la investigación -- con tendencia cognoscitiva. Se han enfatizado dos aspectos: el estudio del desarrollo intelectual (nivel básico) y el de las im plicaciones hacia la educación que pudiesen derivarse del mismo (nivel aplicado). Llamaremos enfoque neo-piagetiano a esta co-- rriente, y describiremos algunos de sus postulados principales - en la siguiente sección.

1.4 Enfoque Neopiagetiano

Como puede derivarse a partir de los planteamientos de la - sección precedente, el enfoque neopiagetiano puede distinguirse del piagetiano en relación a los siguientes aspectos principales:

- la metodología de evaluación del desarrollo cognoscitivo: la - trayectoria de investigación neopiagetiana ha enfatizado el em-- pleo del método experimental en contraposición al método clínico. Se ha puesto interés en la descripción de las poblaciones estuda-- das, en el control de variables, en la uniformación de las ins-- trucciones y los procedimientos de administración de las tareas; se ha introducido, además, el empleo de análisis estadísticos in ferenciales como apoyo a la interpretación de los datos.

- el modelo interpretativo de los hallazgos: Según Neimark (1979), en gran medida el enfoque neopiagetiano ha tenido a describir -- los comportamientos estudiados en términos de una secuencia de - pasos (preferentemente en la forma de un diagrama de flujo) uti-- lizando un enfoque de análisis de procesos, que se encuentra más cercano a los modelos recientes de procesamiento de la informa-- ción y simulación en computadoras, que del modelo lógico-matemá-

tico de Piaget.

- el énfasis en el desarrollo de procedimientos de entrenamiento y en las aplicaciones educativas de los hallazgos: los neopiagetianos en contraste con la escuela ginebrina, se han abocado a explorar la posibilidad de incidencia experimental sobre las estructuras del pensamiento, teniendo como base el postulado de que el medio ambiente determina en gran medida el logro o retraso de las adquisiciones intelectuales. Aunque los primeros trabajos - (con orientación conductista) que pretendían modificar la ejecución de los niños en tareas piagetianas arrojaron resultados negativos, principalmente cuando se hacían seguimientos o se buscaba la transferencia, estudios recientes están explorando exitosamente esa posibilidad. Algunos de ellos se revisan en los capítulos II y III de esta tesis.

Por otra parte, se ha tratado de trasladar los resultados del estudio del desarrollo intelectual a los escenarios educativos. Dado que al final de este capítulo volveremos sobre este punto, aquí sólo mencionaremos que se han diseñado gran cantidad de propuestas curriculares derivadas del trabajo en este campo.

A pesar de sus divergencias, los puntos de concordancia entre ambos enfoques continúan siendo los siguientes:

- se basan en la suposición de que el desarrollo procede a través de estadios: sensoriomotriz, preoperacional, concreto y formal -- (ya sea que se les de esta denominación o una equivalente).
- en cada estadio puede haber subestadios cualitativamente diferentes entre sí.
- las nuevas estructuras se construyen y transforman con base en las iniciales, y son más complejas y completas que éstas.
- se presenta un desfase vertical (d'écalage) en el sentido de que existe paralelismo entre la secuencia de subestadios de un nivel

o período, con la secuencia de subestadios de otro período.

- la posibilidad de aprender a partir de la experiencia y acceder a estadios superiores, está determinada por el nivel de desarrollo cognoscitivo de un sujeto a una cierta edad.

A continuación presentaremos dos modelos neopiagetianos del desarrollo cognoscitivo con el interés de ofrecer un contraste con el de Piaget, descrito ya anteriormente. Los modelos son el de Halford (1978, 1980) y el de Case (1978, 1980). El primero se aparta notablemente del esquema piagetiano y se basa en un sistema de procesamiento de la información y de niveles de manejo simbólicos, considerando modelos matemáticos. El segundo, el de Case, se centra en las habilidades de codificación manifestadas en diferentes estadios del desarrollo y enfatiza las estrategias ejecutivas que emplean los niños. Ambos estudios se basan, a su vez, en el trabajo de tesis doctoral de Pascual-Leone, donde se da una interpretación a los estadios del desarrollo a la luz de las teorías de procesamiento de la información y memoria humana.

1.4.1 Modelo de Halford

Halford (1978, 1980) propone que la estructura cognoscitiva es de hecho información almacenada en el organismo acerca de relaciones entre elementos o eventos. Según este modelo, deben proporcionarse descripciones específicas estructurales de los estadios del desarrollo que puedan investigarse directamente por medio de procedimientos experimentales.

El autor considera que la acepción piagetiana del término --operación es errónea e inadecuada para describir las características diferenciales de los estadios. Si una función es un principio o regla para asignar cada miembro de un conjunto a cada miembro de otro, el término conjunto se refiere a una colección (p.e. de números). Así, una operación no es una acción internalizada, sino una asociación de elementos con otros elementos (p.e. números

con números), es decir, una función. Halford pone énfasis en los procesos de solución de problemas, siendo los tres siguientes básicos: 1) traducción del problema dentro de un modelo, 2) operación del modelo para hacer las deducciones necesarias, y 3) re-traducción hacia la situación problema original. La solución de problemas puede requerir de una representación interna adecuada, empleando símbolos. En contraste a los estadios piagetianos, se postula la existencia de 4 niveles de pensamiento, que se diferencian entre sí por la complejidad del modelo que el sujeto usa para representar y resolver los problemas que el medio le plantea. Dichos niveles son los siguientes:

Nivel 0: donde no hay relación sistemática entre símbolos. - Análogo al periodo sensoriomotriz, donde no hay símbolos ni pensamiento.

Nivel 1: que comprende sistemas matemáticos que incluyen operaciones unitarias, relaciones binarias y funciones invariantes. Todos estos sistemas se definen como conjuntos de pares ordenados que tienen el mismo nivel de complejidad. La relación entre símbolos se establece de la siguiente manera: $S \rightarrow S$, donde observamos que los símbolos se relacionan biunívocamente. Este nivel es análogo al periodo preoperacional.

Nivel 2: donde los símbolos se relacionan uno a otro en la forma de operaciones binarias. Una operación binaria es un principio o regla que asigna dos números a otro. Un ejemplo de operación binaria son las operaciones aritméticas, donde, p.e. en la suma, asignamos los elementos $(6, 3) \rightarrow 9$. Esto significa que las relaciones entre los símbolos, a este nivel, tienen la forma $S, S \rightarrow S$. Dado que una operación binaria es una composición de relaciones binarias, posibilita al sujeto a representar contingencias medioambientales más complejas. Es un nivel similar al del pensamiento operatorio concreto.

Nivel 3: donde los símbolos mentales se relacionan unos a otros en la forma de composiciones de operaciones binarias. Los

sistemas de este nivel consisten en mapeos en que tres elementos se asignan a un cuarto, de tal forma que la relación entre símbolos se expresa así: $S, S, S \rightarrow S$. Este nivel comprende los procesos de pensamiento más poderosos, las operaciones ternarias, que son composiciones de las operaciones binarias propuestas por Piaget. Este nivel en consecuencia, es análogo al del pensamiento formal.

Un supuesto importante de la teoría de Halford, es que en vez de estructuras cognoscitivas, tenemos representaciones simbólicas internas de situaciones almacenadas en la memoria a largo plazo.

Las conductas simbólicas, basadas en reglas, que los niños poseen en cada uno de los niveles, serán las siguientes:

En el nivel 1, analogías simples, del tipo "madre e hijo es a gallina y pollito", manejando una sola relación a la vez. Operaciones unitarias como negación y cambio de tiempo: presente-pasado, singular-plural, masculino-femenino. Se da la comprensión de cualquier concepto que pueda ser reducido a un conjunto de pares ordenados, relaciones funcionales simples. Propio de los niños de 3 - 4 años de edad.

En el nivel 2, operaciones binarias de transitividad, que permiten la seriación; operaciones clasificatorias, disyunciones, conjunción, inclusión. Operaciones de aritmética elemental (suma, producto, diferencia, cociente).

En el nivel 3, se da la capacidad de aprender álgebra; el concepto de proporción, que involucra la comparación de dos radios, cada uno de los radios en sí mismo ya comprende una operación de división, por lo que la proporción es una operación sobre otra operación.

Para un niño a una edad específica hay un límite superior a la complejidad de los sistemas cognoscitivos que puede aprender, pero podrá construirse un nuevo modelo modificando el que existe

almacenado. Halford sugiere que los límites del niño están dados por los procesos de información y la cantidad de información que puede almacenarse en memoria a corto plazo. Los estudios de capacidad de memoria a corto plazo establecen un promedio de 4 dígitos para la edad de 5 años, y de 6 para la de 11 años en adelante. Volvemos a destacar que el modelo de Halford incluye una explicación del desarrollo basada en sistemas matemáticos, a diferencia del de Case, que comentaremos a continuación.

1.4.2 Modelo de Case

Este modelo propone que la secuencia de subestadios dentro de cada estadio se caracteriza por una progresión de estrategias ejecutivas que van incrementando su complejidad y poder. Se -- propone que son dos los factores responsables de estas progre-- siones: la experiencia en la estrategia en cuestión y un incre-- mento en la capacidad de memoria del niño.

Case establece como hipótesis que un nivel mínimo de automática operacional en un estadio es prerequisite para la -- transición al subsiguiente. Una de las mayores contribuciones de la simulación en computadoras al estudio del desarrollo cognoscitivo es la posibilidad de interpretar los estadios como se-- ries de estrategias ejecutivas que pueden modelarse. Una estrategia es una secuencia de desarrollo de comportamientos determi nados por la capacidad de codificación del niño. Retomando las ideas de Pascual-Leone y de Nolting (ambos citados por Case en relación a varios de sus trabajos) se propone el siguiente mode lo de desarrollo cognoscitivo, en el cual la denominación de -- los subestadios se basa en el tipo de estrategias que posee el niño:

Periodo Sensoriomotriz:

Subestadio 0 (Ejercicio Peactivo): en las primeras semanas, el niño manifiesta poca evidencia de cualquier tipo de estrategie para lograr los fines deseados, únicamente ejercita esquemas

motores innatos.

Subestadio 1 (Centración Aislada): el desarrollo de estrategias genuinas ocurre entre el 10. y el 40. mes de vida. El niño puede aislar y repetir acciones mediante estrategias de un solo paso (equivale al subestadio piagetiano de reacciones circulares primarias).

Subestadio 2 (Centración Relacional): entre los 4 - 8 meses el niño puede centrarse ahora en una acción y una consecuencia - en el medio externo; la estrategia sigue la secuencia: acción -- del sujeto + reacción del objeto → logro del fin deseado (equivale a reacciones circulares secundarias).

Subestadio 3 (Centración Birelacional): entre los 8 y 12 meses, el niño puede ejecutar acciones que solo indirectamente producen resultados interesantes; la estrategia es: acción 1 + acción 2 + reacción del objeto → gratificación.

Subestadio 4 (Centración Trelacional): entre los 12 y 18 meses el niño puede usar un objeto para mover un segundo objeto y así poder actuar sobre este último. La estrategia es: acción 1 (sujeto sobre objeto) + acción 2 (objeto sobre objeto) + acción 3 (sujeto sobre objeto 2) + reacción del objeto 2 → gratificación.

Todas estas acciones se dan en el plano de la experiencia - específica del niño, a nivel de sensaciones y movimientos sin -- que haya representación mental.

Para edades posteriores, considerando las estrategias que - el niño emplea para solucionar tareas lógicas, del tipo de las - planteadas por Piaget, los subestadios se conforman de la siguiente manera:

Estrategia 1 (3 a 4 y medio años): Centración Aislada, donde el niño al tratar de solucionar una tarea, se centra sólo en un rasgo global. Consideremos la tarea de presentar al niño dos ja

rras grandes con jugo de naranja. Se presentan al niño diversos vasos pequeños, unos con jugo de naranja y otros con agua, y se dice al sujeto que van a irse vaciando en las jarras. El niño tiene que predecir, de acuerdo a esos vaciados, cuál jarra sabría más a jugo de naranja. En este nivel, el niño sólo toma en cuenta un rasgo: la ausencia o presencia de jugo. En consecuencia, sólo resuelve bien los problemas donde un solo lado recibe jugo.

Estrategia II (4 1/2 a 6 años) Comparación Unidimensional: el niño ya no solo toma en cuenta la presencia o ausencia de jugo, sino la cantidad de este. La estrategia se vuelve entonces comparativa más que absoluta. Resuelve todos los items donde -- puede tenerse éxito seleccionado el lugar con mayor número de vasos de jugo.

Estrategia III (7 a 8 años) Comparación Bidimensional: en este nivel el niño toma en cuenta tanto los vasos de jugo como los de agua. Compara el número de vasos de agua y jugo en cada lado y selecciona el lugar donde hay exceso de jugo sobre agua. Falla cuando ambos lados tienen más jugo o más agua, o si son -- iguales.

Estrategia IV (9 a 10 años) Comprensión Bidimensional con Cuantificación: el niño considera ahora la cantidad de exceso o déficit de vasos de jugo sobre los de agua en cada lado. Sin embargo, falla en los items donde debe establecer y comprender razones para cada jarra y relacionarlos por medio de una proporción directa.

Case hace un análisis detallado de cada una de las estrategias en relación a la solución de la tarea anterior, planteando cada uno de los pasos que el sujeto debe realizar, e indicando el número de items que la memoria demanda en cada paso. Para la estrategia 1, se necesita un total de 2 items; para la estrategia 2, 5 items; para la estrategia 3, 13 items; y para la estrategia 4, 16 items.

Si se enseña activamente al sujeto a descubrir pistas y a -

reorganizar estrategias, entonces las demandas sobre su memoria en proceso deberán reducirse considerablemente, ya sea por automatización de ciertas operaciones, o por formar chunks con items que normalmente se atienden por separado. El autor también propone que aunque falta mucho por investigar para poder plantear este modelo como general, existe de hecho una progresión de estrategias muy similar en otros dominios (conservación, inclusión de clases, control de variables, razonamiento proporcional, por sólo citar algunos). En este sentido destaca la cita del trabajo de Siegler sobre equilibrio en la balanza, la cual se revisa en el cap. III de esta tesis por ser la tarea experimental se--leccionada para nuestra investigación.

En el logro de estrategias superiores, influye la ejecución del sujeto: ya sea por medio de práctica simple, práctica con retroalimentación, aclaración de pistas, modelamiento y descubri--miento guiado.

El autor admite que dado que el periodo de las operaciones formales no ha sido sujeto al mismo grado de escrutinio teórico y empírico que el de operaciones concretas, las proposiciones -- que plantea para éste quedan a un nivel especulativo. Sin embargo, se sugiere que la progresión que culmina en operaciones formales, puede ser paralela a la descrita para operaciones concretas, a diferencia que las "primeras involucran operaciones dirigidas a las relaciones entre arreglos (p.e. división)" (Case, -- 1980, p. 63).

1.5 Aplicaciones hacia la educación

Considerando que el modelo del desarrollo cognoscitivo ha - generado importantes y variados esfuerzos en el campo de la educa--ción (muchos de los cuales de hecho pueden considerarse neo-pia--getianos más que ortodoxos) examinaremos algunas de las contribu--ciones realizadas. Según Hooper y Defraín (1980) éstas pueden - sintetizarse en cuatro áreas:

1o. se han generado una serie de alternativas viables a las medidas psicométricas tradicionales de la habilidad intelectual de los alumnos; las tareas piagetianas han sido empleadas como índices y predictores de logro académico. Sin embargo, su confiabilidad y validez no se han establecido plenamente.

2o. el sistema piagetiano provee un marco de referencia innovador y una gran riqueza de contenidos para la enseñanza en relación al diseño y evaluación curricular. Así, las directrices para la selección y secuenciación curricular se relacionarían directamente con las propiedades del desarrollo del razonamiento lógico del niño en cada estadio particular. De hecho, existen currícula completos con orientación cognoscitiva piagetiana, principalmente a nivel preescolar (p.e. los de Lavatelli, Weikart, Kammi, High Scope, etc.).

3o. se han derivado estrategias instruccionales alternativas a las propuestas por modelos netamente conductuales, entre ellas, el aprendizaje por descubrimiento, los salones de clase, "abiertos".

4o. Piaget mismo generó toda una filosofía de la educación, que ha influido sustancialmente a los educadores contemporáneos.

Kammi y DeVries (citados por Hooper y DeFraín, 1980) derivaron siete principios de enseñanza involucrados con las áreas cognoscitiva y emocional, basándose en la teoría piagetiana:

1. fomentar al niño a ser independiente y curioso, a usar su propia iniciativa, a tener confianza en sus habilidades, a tratar constructivamente sus miedos y ansiedades, y a no desalentarse fácilmente. Esto va en el sentido del logro de una autonomía creciente en el sujeto, en contraposición a la tradicional dependencia que se establece en los ámbitos educativos de parte del alumno hacia el docente.

2. fomentar en el niño la interacción con otros niños, y a

resolver conflictos entre sí mismos.

3. practicar la cooperación y la igualdad con el niño tanto como sea posible.

4. en las etapas iniciales enseñar en el contexto de juego del niño, y en las posteriores, en relación a sus propios intereses.

5. aceptar las respuestas "incorrectas" del niño.

6. enseñar de acuerdo a los diferentes tipos de conocimiento.

7. enseñar no sólo contenidos, sino también procesos.

En otras palabras, debe darse al niño un nivel considerable de control sobre su propio aprendizaje. Para ello, será necesario que se de un proceso de toma de conciencia de parte del sujeto. Piaget, (1976, p. 10) considera a este un proceso fundamental "porque si la noción de causa nace de la acción propia, las estructuras causales son profundamente transformadas según los grados de conceptualización consciente que modifica esa acción". Así, desde otra perspectiva consideramos que es importante enfatizar en la escuela la enseñanza de estrategias de aprendizaje autónomo en el niño, apoyadas con la idea de un logro gradual de niveles de metacognición adecuados.

Tradicionalmente, las aplicaciones de la teoría cognoscitiva del desarrollo se han enfocado, al igual que la investigación, en las áreas científicas del conocimiento (geometría, matemáticas, lógica, física, química). En un intento por fomentar niveles de desarrollo superiores considerando diferentes áreas de estudio (geografía, historia, arte, poesía y comprensión de textos universitarios), Biggs (1980) propone una taxonomía inicial que da cuenta de la capacidad real del sujeto, de su potencialidad y de las operaciones que puede realizar en relación a dimensiones

de contenido relevantes a cada materia escolar. Adicionalmente al diseño de ésta, propone que deben seguirse los siguientes lineamientos:

- determinar el nivel hipotético de la estructura que un sujeto debe manifestar ante las demandas de una tarea dada.

- determinar cuándo es razonable esperar respuestas relacionales o abstractas en un área de estudio dada, bajo condiciones de enseñanza específicas.

- determinar los conceptos genéricos que propicien la comprensión adecuada de las tareas.

- los materiales, problemas, tipos y situaciones del aprendizaje deben seleccionarse con base en si demuestran o no incrementar el nivel de los resultados de aprendizaje de la estructura (en los términos de Biggs, SOLO = Structure of Learning Outcome).

- si se observan fallas continuas en ciertas dimensiones, esto supone que ciertos conceptos genéricos se han olvidado y necesitan reenseñarse.

- es posible que diferentes estrategias lleven al sujeto a diferentes niveles de SOLO; frecuentemente se asume que la instrucción verbal posibilita el logro de altos niveles, lo cual, desde esta perspectiva, no ocurre siempre.

- la noción de calidad tanto como la de cantidad de las respuestas correctas, debe tomarse en cuenta, y propiciarse la conducción de evaluaciones formativas.

Retomando la idea de Case de que los estadios del desarrollo se caracterizan por estrategias ejecutivas de creciente complejidad y poder, el mismo autor (1980, p.p. 161-162) propone que las dificultades de los sujetos en la escuela al enfrentar tareas específicas tienen como orígenes los siguientes:

1. Los estudiantes están enfocando la tarea con algún con-

cepto preconcebido o estrategia. Este concepto o estrategia puede ser razonable, pero demasiado simple. Como una consecuencia, interfiere con su aprehensión del concepto correcto o estrategia.

2. Los estudiantes son incapaces de enfrentar las demandas informales que se les hacen por parte del maestro o del currículum. Esto es, la demanda que la situación de aprendizaje hace sobre su memoria en proceso es mayor que el mínimo disponible a su nivel de edad.

3. La memoria en proceso funcional que los estudiantes tienen disponible para la tarea particular, es menor que el máximo normalmente disponible a su nivel de edad, dado que ellos encuentran que las operaciones requeridas por la tarea son inusualmente difíciles.

Considerando la teoría de Case antes descrita, estas dificultades podrían reducirse grandemente si se tomaran los siguientes pasos instruccionales adecuados:

1. La primera dificultad podría ser susceptible de reducirse mediante un procedimiento de dos pasos. El primero, es examinar los errores que los estudiantes cometen en la tarea, y diagnosticar la estrategia que los ha llevado a cometerlos. El segundo, es proveer a los estudiantes con una secuencia de actividades que les demostrará lo inadecuado de su estrategia, y que les proveyera la oportunidad de consolidar una estrategia más adecuada.

2. La segunda dificultad podría minimizarse reduciendo el número de ítems de información que los estudiantes deben atender para comprender el paradigma básico de la tarea, y maximizando la familiaridad de la información.

3.- La tercera dificultad puede reducirse analizando las operaciones básicas requeridas por la estrategia que va a enseñarse al niño, dándole práctica cotidiana en dichas operaciones a través de las experiencias curriculares.

Beard (1969) considera que la contribución de Piaget al es-

tudio del desarrollo cognoscitivo del adolescente es tal vez más valiosa que sus observaciones con niños pequeños. Dado que en los países europeos y E.U. ya existía toda una tradición de psicólogos y educadores que habían hecho contribuciones significativas a la comprensión del desarrollo intelectual del niño en sus etapas iniciales y ya se habían establecido sistemas educacionales empleando aparatos y métodos activos de enseñanza. En contraste, en la escuela secundaria y en el nivel superior es hasta recientemente que se han planteado nuevos programas para la enseñanza de ciencias y matemáticas, influenciados por el pensamiento -- piagetiano. Falta, sin embargo, mucho camino por recorrer, pues tal parece que la influencia de estas innovaciones se ha dado -- más en la estructura curricular que en los métodos y actividades reales empleados en el salón de clase.

Al plantear métodos de enseñanza y seleccionar materiales, - textos y experiencias de aprendizaje, debería considerarse que - dado que las operaciones formales no se alcanzan sino a partir - de la adolescencia, los alumnos de los primeros grados de secundaria deben ser considerados niños que aún piensan en términos - concretos, y consecuentemente a ello, planear y efectuar la ins- trucción. En consecuencia, al comenzar un nuevo tópico de apren- dizaje debería basarse éste en experiencias concretas, emanadas principalmente de la propia experiencia e intereses de los alum- nos. Aún los adolescentes muy brillantes requieren de una etapa de transición cuando se enfrentan a nuevos conocimientos, apoyán- dose en aspectos concretos y familiares para que después puedan trasladarlos a descripciones verbales y otras formas de represen- tación.

Dado que en la escuela se le presentan a los alumnos tareas que requieren principalmente recuerdo tal cual de la información por medio de estrategias memorísticas, las actividades escolares no presentan la mayoría de las veces problemas relevantes para - los estudiantes; en consecuencia, se les hacen pocas demandas -- cognoscitivas y se fomenta la "pereza mental". Esto propicia --

que el pensamiento no alcance los estadios intelectuales superiores, o los alcance con gran demora. Esto es evidente, puesto -- que de acuerdo a Piaget la capacidad de pensar en operaciones -- formales es iniciada con problemas surgidos en un intento por reconciliar diferentes puntos de vista a través de discusión en tareas co-operativas (Inhelder y Piaget, 1972).

Por ello es necesario propiciar discusiones entre los alumnos mismos, dado que la interacción limitada docente-alumno por medio de preguntas y respuestas no ofrece un intercambio genuino de puntos de vista, sobre todo si se considera que las opiniones del profesor son aceptadas generalmente dada su autoridad (Beard, 1969).

La investigación reportada en países anglosajones demuestra que aún a nivel universidad la mayoría de los alumnos solamente han logrado parcialmente el pensamiento formal. (Revisaremos algunas de estas investigaciones en los capítulos II y III de esta tesis). Como un procedimiento instruccional para remediar en -- parte lo anterior, se ha propuesto el método de la discusión, -- oponiéndolo al de simple transmisión verbal. En él, grupos de -- sujetos discuten libremente sus observaciones, definiciones, evidencias, juicios, etc., sobre hechos y contenidos de las materias escolares; se busca promover una actitud científica, desarrollando una conducta objetiva y flexible en el educando. También se ha propuesto el aprendizaje por descubrimiento, en donde el sujeto debe construir, descubrir e interrelacionar los conocimientos, que no se le dan en forma acabada, y de esta manera, hacerlos -- más significativos y motivantes para el alumno.

Existen cuatro aspectos importantes a considerar y estimular durante los años escolares, siguiendo un enfoque cognoscitivo: a) la función directiva del lenguaje, b) la formación de conceptos, c) la transformación de experiencias concretas dentro de términos verbales y simbólicos, y d) la evolución del pensa-- miento lógico. Beard (1969), comenta que se necesitan estudios -- longitudinales con grupos de niños para determinar la forma en --

que la comprensión y formación de conceptos se desarrolla a lo largo de la vida escolar. A la fecha no se ha conducido investigación que evalúe suficientemente si los métodos de enseñanza -- tradicionales e innovadores favorecen (y cómo lo hacen) la capacidad del niño de formar conceptos y de pensar lógicamente, o -- aún de emplear símbolos. Es esencial explorar si las aportaciones de la llamada Tecnología Educativa (desde aprendizaje programado, elaboración de objetivos, procedimientos de evaluación, materiales audiovisuales, etc.) están ayudando a los educandos a desarrollarse cognoscitivamente en el sentido planteado por Piaget, es decir, construyendo estructuras de pensamiento cada vez más completas, o si sólo estimulan el desarrollo de verbalismos y pasividad.

CAPITULO II

OPERACIONES

DE

PENSAMIENTO

FORMAL

CAPITULO II: OPERACIONES DE PENSAMIENTO FORMAL.

Los estudios sobre pensamiento formal fueron realizados por Jean Piaget y Bärbel Inhelder a principios de la década de los - 50's, y publicados en Francia en 1955 en la clásica obra "De la Lógica del Niño a la Lógica del Adolescente" (la versión española data de 1972). Fueron Inhelder y sus colaboradores los directamente abocados al estudio sistemático de la inducción de las - leyes físicas en el niño y el adolescente, empleando el método - clínico. A partir de estas investigaciones, donde se desarrolla un amplio conjunto de tareas para evaluar pensamiento formal, es que Piaget analiza las estructuras operatorio formales desde el marco de referencia de los algoritmos de la lógica de proposiciones y del grupo Klein o INPC.

Piaget considera que es cerca de los 12 ó 13 años que el niño pasa de un estadio operacional concreto al operacional formal, sucediendo que su forma de pensamiento cambia significativamente. Mientras que un niño pequeño está limitado a la acción y sus referentes concretos, el adolescente que arriba a las operaciones formales puede ser flexible, formar teorías, concebir mundos imaginarios, contemplar las posibilidades de lo real y lo posible; por otra parte, sus juicios morales dejan de ser extremistas, y comprende que difieren entre grupos de personas. Existen tres - elementos que entran ahora en juego entre las nuevas capacidades del adolescente: las suposiciones, las hipótesis y las reglas.

Considerando estos elementos, las características más sobresalientes del pensamiento adolescente son:

- 1o. el adolescente que manifiesta pensamiento formal puede aceptar los supuestos subyacentes a un argumento, aún cuando no los tome como propios;
- 2o. puede también elaborar una sucesión de hipótesis que se expresen en proposiciones, y puede tratar de probarlas. Por ello

se ha dicho que el pensamiento formal es hipotético-deductivo;

3o. puede observar y abstraer las propiedades generales de los eventos de tal forma que puede plantear definiciones exhaustivas, establecer reglas generales y ver significados comunes - en proverbios u otro material de tipo verbal;

4o. puede ir más allá de lo tangible, finito y familiar, - para concebir, por ejemplo, lo infinitamente largo y lo infinitamente corto, e inventar sistemas imaginarios;

5o. llega a ser consciente de su propio pensamiento, puede reflexionar sobre el mismo para proporcionar justificaciones lógicas a los juicios que ha hecho; y

6o. desarrolla la habilidad de tratar con una amplia variedad de relaciones complejas, tales como proporcionalidad y correlación (Beard, 1969, Day, 1981).

La construcción del pensamiento formal "depende de tres factores principales: la maduración del sistema nervioso la experiencia adquirida en función del medio físico y la acción del medio social; sin embargo, estos factores sólo actúan respectiva y concurrentemente cuando precisamente se someten a las leyes del equilibrio que determinan las mejores formas de adaptación compatibles con el conjunto de las condiciones en juego" - (Inhelder y Piaget, 1972, p. 208). De esta forma, el pensamiento formal constituye una nueva forma de equilibrio en comparación al concreto, del cual se diferencia por poseer las siguientes propiedades:

- el pensamiento formal es esencialmente hipotético-deductivo. La deducción se refiere ahora a proposiciones que se formulan a partir de hipótesis, independientemente de su carácter actual; la deducción consiste entonces en vincular entre sí esas presuposiciones, extrayendo sus consecuencias, incluso cuando su

verdad experimental no vaya más allá de lo posible.

- la nueva lógica del pensamiento formal es la lógica de proposiciones, que supone un número muy superior de posibilidades operatorias que las del período concreto. La lógica de proposiciones se manifiesta tanto en problemas experimentales (tipo las tareas de pensamiento formal desarrolladas por Inhelder) como en cuestiones puramente verbales. Se trata ante todo, de una lógica de todas las combinaciones posibles, y posibilita al sujeto a ir más allá de la simple lectura de los datos.

- el pensamiento formal es un sistema de operaciones a la segunda potencia. Las operaciones concretas son operaciones a la primera potencia en el sentido que se refieren directamente a los objetos. En pensamiento formal resulta posible construir relaciones entre relaciones (p.e. las proporciones). Las operaciones a la segunda potencia permiten ir más allá de lo real -- (operaciones a la primera potencia) para llegar a lo posible -- (combinaciones hipotético-deductivas). De esta forma, la propiedad general del pensamiento formal es poder construir una -- combinatoria.

El modelo piagetiano distingue tres elementos fundamentales del pensamiento formal: el grupo INRC, el sistema de las 16 operaciones binarias, y los esquemas operatorio formales. A continuación procederemos a explicar cada uno de ellos brevemente:

2.1 Operaciones binarias

Para comprender en qué consisten las 16 operaciones binarias de la lógica proposicional, tomaremos el ejemplo de Hunt, 1961 (citado por Seggie, 1978), donde se considera la clase de animales que puede dividirse en vertebrados (V), invertebrados (I), terrestres (T) y acuáticos (A). Si a un niño en operaciones concretas se le da la tarea de describir la población de animales posibles para un planeta que se acaba de descubrir, se li-

mita a cuatro clases, obtenidas por una tabla de contingencia de 2 x 2:

VT	VA
IT	IA

Se espera, sin embargo, que quien piense en términos formales, genere todas las posibles combinaciones de clases de animales; así obtendría 16 combinaciones de clases que corresponden a las 16 operaciones binarias (Ver figura correspondiente). Si -- consideramos la nomenclatura de p y q como símbolos de proposiciones; - como negación (No); . como conjunción (Y); V como disyunción (O); > como implicación (si ... entonces); obtendríamos en el lenguaje de la lógica proposicional a cada una de estas p_ posibles operaciones (ver figura correspondiente).

Posibles combinaciones de clases
de Animales:

- | | |
|-----------------------------|------------------|
| 1. ningún tipo de animal | |
| 2. sólo VA | V = Vertebrado |
| 3. sólo VT | I = Invertebrado |
| 4. sólo IA | T = Terrestre |
| 5. sólo IT | A = Acuático |
| 6. VA y VT pero no IA o IT | |
| 7. VA y IA pero no VT o IT | |
| 8. VT y IT pero no VA o IA | |
| 9. IA y IT pero no VA o VT | |
| 10. VA y IT pero no VT o IA | |
| 11. VT y IA pero no VA o IT | |
| 12. VA, VT y IA pero no IT | |
| 13. VA, VT y IT pero no IA | |
| 14. VA, IA y IT pero no VT | |
| 15. VT, IA y IT pero no VA | |
| 16. Las cuatro clases | |

16 operaciones binarias de la
lógica proposicional

1. 0 nula
2. $p.q$ conjunción
3. $p.\bar{q}$ conjunción
4. $\bar{p}.q$ conjunción
5. $\bar{p}.\bar{q}$ conjunción
6. $p.q \vee p.\bar{q} = p$
7. $p.q \vee \bar{p}.q = q$
8. $p.q \vee \bar{p}.\bar{q} = p \equiv q$ equivalencia
9. $p.\bar{q} \vee \bar{p}.q = p \vee \vee q$
10. $p.\bar{q} \vee \bar{p}.\bar{q} = \bar{q}$
11. $\bar{p}.q \vee \bar{p}.\bar{q} = \bar{p}$
12. $p.q \vee p.\bar{q} \vee \bar{p}.q = p \vee q$ disyunción
13. $p.q \vee \bar{p}.q \vee \bar{p}.\bar{q} = p \supset q$ implicación
14. $p.q \vee p.\bar{q} \vee \bar{p}.\bar{q} = q \supset p$ implicación
15. $\bar{p}.q \vee p.\bar{q} \vee \bar{p}.\bar{q} = p \supset \bar{q}$ implicación
16. $p.q \vee p.\bar{q} \vee \bar{p}.q \vee \bar{p}.\bar{q} = p * q$ tautología

Se dice que la combinatoria proposicional forma un retículo, puesto que es un conjunto de elementos relacionados entre sí, con la particularidad de que dos elementos cualesquiera tienen un máximo límite inferior (MLI) o elemento contenido por ambos, y un mínimo límite superior (MLS) o elemento que contiene a ambos. En un retículo pueden representarse de alguna forma las jerarquías de supraordinación-subordinación o los tipos de relación que las caractericen. En estos términos, un MLI será un elemento subordinado, y un MLS un elemento supraordinado.

Considerando tablas de contingencia de 2 x 2, Seggie, en la obra citada, p. 377, reproduce la estructura reticular de las 16 operaciones binarias, delimitando el MLI y el MLS para cada una de las operaciones. Por razones de espacio, este no se reproduce

en este capítulo.

Las ideas piagetianas sobre lógica proposicional han sido - criticadas y se han propuesto modelos alternativos. Ennis (1978) considera que el modelo piagetiano tiene dos serias deficiencias: a) la existencia de algunas paradojas, y b) la carencia de "salva guardias" contra la sobregeneralización; el autor piensa que si - los sujetos razonan tal cual postula Piaget, llegarán a realizar sobregeneralizaciones a partir de sus observaciones de casos espe - cíficos, en otras palabras, no tendrán el poder de discriminar -- los límites de sus generalizaciones y determinar si los casos a - que se enfrentan son típicos o representativos. Se critica tam - bién el que muchas veces prevalece un criterio lingüístico para - identificar el manejo de lógica proposicional, no obstante que, - p.e. si un niño usa las palabras "si...entonces..." no necesaria - mente está manejando una implicación. Ennis en la misma obra, -- ofrece un modelo alternativo donde asegura se comprende la lógica que realmente manejan los adolescentes, considerando tres dimen - siones: principios lógicos, contenido y complejidad de los postu - lados.

Por su parte, Wason (1980) también critica el modelo lógico piagetiano, pues dice que éste está "modelado sobre el ideal del matemático: no constituye la lógica de la vida cotidiana" (p. 124). Este investigador también considera que la lógica proposicional - no refleja las leyes del pensamiento y que es poco probable el ar - quetipo del adolescente ideal que realiza un análisis combinato - rio que proporciona las 16 alternativas y las somete a prueba sis - temáticamente, aun cuando no lo haga conscientemente; es más, pos - tula que este pensamiento proposicional, tal como lo delinea Pia - get, "no emerge nunca en un sentido pleno" (p. 124).

2.2 Grupo INRC

Todo estado de equilibrio puede reconocerse por alguna forma de reversibilidad (posibilidad permanente de retorno al punto de

partida). "Puede volverse al punto de partida mediante la anulación de la operación realizada, lo que constituye una inversión o negación; el producto de la operación directa y su inversa es entonces la operación nula o idéntica. Pero puede volverse al punto de partida mediante la anulación de una diferencia, en el sentido lógico del término, lo que constituye una reciprocidad: el producto de dos operaciones recíprocas es entonces no una -- operación nula, sino una equivalencia " (Inhelder y Piaget, 1972, p. 231).

La inversión y la reciprocidad se encuentran bajo diferentes aspectos en todos los estadios del desarrollo, puesto que -- constituyen las condiciones de equilibrio tanto de las acciones más elementales como de las más complejas. En el periodo de -- pensamiento formal se logra una síntesis general de estas dos -- formas de reversibilidad en un sistema único de transformaciones: el grupo INRC.

Antes de explicar cada una de las operaciones del grupo -- INRC, diremos que éste comparte las propiedades de un grupo matemático (ya vimos, en el capítulo I, que en contraste, el pensamiento concreto se caracteriza por los agrupamientos):

Un grupo es un círculo cerrado de operaciones que retornan al punto de partida a través de una operación de grupo como un todo (Nicolas, 1979); y es un conjunto de elementos vinculados entre sí mediante una operación (Seggie, 1978). Encontraremos las siguientes propiedades:

cierre: cualesquiera dos elementos de un grupo son equivalentes a uno y solo un elemento, el cual también forma parte -- del grupo, $(A + B = C)$.

identidad: un elemento idéntico o neutro es el que combina do con cualquier otro, produce un elemento que es equivalente a aquel otro. En el conjunto de los números enteros, será el cero ya que p.e. $3 + 0 = 3$.

inversión: cada elemento, cuando se combina con otro, produce un resultado equivalente al elemento idéntico. Cada elemento tiene un inverso, y esta es la posibilidad de reversibilidad. En los números, p.e. $4 + (-4) = 0$, siendo el cero el elemento idéntico.

asociatividad: el orden de combinación de los elementos no afecta el resultado final. $(A + B) + C = A + (B + C)$.

Trasladando estas propiedades al grupo INRC, diremos que éstas se manifiestan en las transformaciones que el sujeto hace en sus acciones. Las transformaciones son:

IDENTICO (I): transformación idéntica que deja una acción inalterada. Si tomamos, p.e. a la operación binaria dos $p.q$ y le aplicamos la operación idéntica, obtenemos la misma operación binaria dos: $I(p.q) \equiv p.q$.

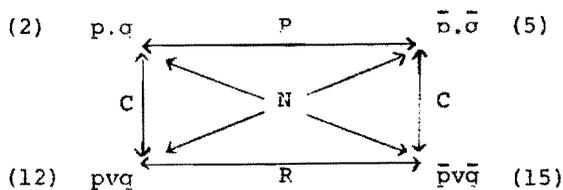
INVERSO O NEGACION (N): transformación por negación que invierte la acción. En el caso de dos proposiciones unidas por --conjunción, si se niegan la relación cambia a disyunción y viceversa: Si tenemos $p.q$ y le aplicamos $N(p.q) \equiv \bar{p} \vee \bar{q}$.

RECIPROCO (R): transformación recíproca donde se logra el mismo efecto que con N, pero compensando la acción sin invertirla. En el ejemplo que hemos venido dando: $R(p.q) \equiv \bar{p}.q$.

CORRELATO (C): transformación correlativa donde se logra el mismo efecto que la acción original, pero por un procedimiento diferente. En el ejemplo dado, correlato de $p.q$ será $C(p.q) \equiv p \vee q$.

En el modelo piagetiano, todas y cada una de las 16 operaciones binarias pueden expresarse en términos de su inverso, recíproco y correlato. Esto podemos ilustrarlo con la operación binaria dos que hemos empleado en los ejemplos anteriores. Si comenzamos con la operación dos, y aplicamos la operación R, obtenemos la operación binaria 5 (y viceversa) si a esta le aplica--

mos la operación C, obtenemos la operación 15, si a esta le aplicamos la operación R, obtenemos la operación 12, etc. De esta forma, a partir de estas transformaciones podremos obtener, partiendo de una operación binaria específica, otras operaciones binarias. El ejemplo (tomado de Seggie, p. 369) se ilustra a continuación:



Un ejemplo más detallado de cómo el sujeto aplica las operaciones del grupo INRC a una tarea experimental específica, se da en el capítulo III, en relación a la tarea de equilibrio en la balanza.

2.3 ESQUEMAS OPERATORIO FORMALES

El funcionamiento de las 16 operaciones binarias supone una organización de conjunto, de tal forma que junto a operaciones efectuadas realmente por el sujeto, se encuentran implicadas, en el sistema mismo, un conjunto de transformaciones posibles que pueden manifestarse o permanecer latentes, según las condiciones sean propicias. Estos esquemas son nociones que el sujeto puede construir cuando se encuentra ante ciertos datos, pero cuya adquisición no se manifiesta fuera de estas condiciones. (Inhelder y Piaget, 1972). Se propone que el sujeto logra elaborarlos ya sea de modo espontáneo o reelaborarlos y comprenderlos en el caso de que en la enseñanza escolar se hayan contemplado ya. Estas nociones son susceptibles de aplicaciones variadas, es decir, no se restringen a un sólo fenómeno, y son las siguientes:

1. las operaciones combinatorias,

2. las proporciones,
3. coordinación de dos esquemas de referencia y relatividad de los movimientos o las velocidades,
4. noción de equilibrio mecánico,
5. noción de probabilidad,
6. noción de correlación,
7. compensaciones multiplicativas, y
8. formas de conservación que van más allá de la experiencia.

Se explicarán los esquemas 2 y 4 por ser los relacionados con la tarea experimental considerada en esta tesis:

Las proporciones, en términos matemáticos, simplemente consisten en dobles relaciones $x/y=x'/y'$. Dado que el niño a nivel concreto ya puede construir fracciones y relaciones numéricas, Piaget se preguntaba por qué hasta el estadio formal el niño puede construir proporciones para las tareas experimentales planteadas. En las tareas de equilibrio de la balanza, tracción de un peso sobre un plano inclinado, proyección de sombras, prensa hidráulica y vasos comunicantes, Inhelder encontró que la noción de proporciones no se adquiere antes del estadio formal incipiente o inicial, y - que esto es cierto no sólo en los dominios de la física mecánica, sino del espacio y las probabilidades. Piaget argumenta que hasta que se ha articulado el grupo de inversiones y reciprocidades (INRC) pueden derivarse operaciones proporcionales. Volveremos - sobre este esquema en el capítulo III.

Por lo que respecta a la noción de equilibrio mecánico, cuando un sistema de esta naturaleza puede comprenderse gracias a la configuración perceptual (p.e. en una balanza con platillos fijos, donde las distancias a partir del eje no varían y los pesos son iguales) el sujeto logra captar esa igualdad de fuerzas en sentidos contrarios desde el periodo concreto. Pero en el caso de un sistema más complejo (distancias diferentes en relación al eje, diferentes pesos) el sujeto necesita compensar las transformaciones del sistema. Esto sólo es posible cuando se diferencian y coordinan las dos formas de reversibilidad; la inversión y la reciprocidad. En un estado de equilibrio (el ejemplo es la tarea experimental de esta tesis: equilibrio de la balanza) habrá inversión -

siempre que se modifiquen los elementos del sistema por una adju
ción o una supresión; por lo tanto cuando se producen transforma
ciones cuya forma de compensación es la operación nula. A su vez,
habrá reciprocidad cuando las transformaciones de sentidos opues-
tos no se anulan (operación nula = ausencia de acciones) sino se
compensan mediante la equivalencia de la acción-reacción.

2.4 Comprensión de reglas

Podría suponerse que un sujeto puede aprender inmediatamente
a seguir las reglas a partir de los juegos de imitación (propios
del pensamiento preoperacional). Sin embargo, las observaciones
de Piaget muestran que los niños no obedecen consistentemente re-
glas sino hasta que llegan a los 7 años aproximadamente (Beard, -
1969). En ese momento, los niños llegan a darse cuenta de la -
existencia de reglas a partir de la observación de niños más gran
des enfrascados en actividades de juego, y pueden repetir de memo
ria y a veces explicar algunas de dichas reglas, pero sin llegar
a contemplarlas todas, sin cuestionarlas. A partir de activida--
des de juego y del desarrollo de conceptos morales, es que el ni-
ño llega a comprender la existencia y razón de muchas reglas.

Según Piaget, hay evidencia de que las reglas se desarrollan
espontáneamente: los infantes y los niños pequeños muestran pla--
cer en la regularidad de una acción, que incluso se convierte en
ritual. Sin embargo, en este nivel no hay sentido de obligación
ni de necesidad en relación a la regla. Al arribar al estadio -
de pensamiento operacional concreto, el niño comienza a ser cons
ciente de la existencia de reglas, y las considera absolutas ("no
puedes jugar a eso de otra forma"). Si se pide al niño que in--
vente nuevas reglas para una situación dada, puede hacerlo, pero
sigue considerando que las que rigen son las previamente estable
cidas. No puede establecer reglas generales que den cuenta de -
un fenómeno en forma global, ni puede transferirlas a otras si--
tuaciones. En contraste, cuando arriba a operaciones formales,-
el sujeto puede plantear reglas abstractas, generalizarlas y a -

la vez delimitar sus alcances. Le es posible juzgar las reglas existentes y proponer alternativas, considerando diferentes dominios, tanto afectivos como sociales, pero también cognoscitivos.

En fechas recientes (Piaget 1972) el autor hizo una recapitulación de sus postulados sobre la adquisición de las operaciones de pensamiento formal. En primer término, admite que el pasaje de la adolescencia a la etapa adulta plantea un gran número de cuestiones aún no resueltas, que deben comenzar a investigarse. Sigue sosteniendo que el orden de sucesión de los estadios propuestos es consistente, pero admite que la velocidad del desarrollo cognoscitivo, especialmente en pensamiento formal, - varía considerablemente de un sujeto a otro y de un ambiente sociocultural estimulante a otro que no lo es. Dado que sus estudios sobre operaciones formales se realizaron con niños de escuela secundaria de 11 a 15 años "tomados de las mejores escuelas de Ginebra...nuestra investigación estuvo, quizá, basada en una población privilegiada de alguna forma" (Piaget, 1972, p. - 7). La hipótesis de Piaget es que los sujetos alcanzan el pensamiento formal en diferentes áreas de acuerdo a sus aptitudes y especializaciones profesionales (estudios avanzados o aprendizajes diversos derivados de oficios) y que la forma en que se usan todas estas estructuras formales, no es la misma en todos los casos. Por lo anterior, jugarán un papel crucial tanto las aptitudes como los intereses vitales de cada persona.

2.5 Investigación reciente sobre pensamiento formal.

Mientras que la investigación conducida posteriormente al trabajo de Inhelder y Piaget tiende a confirmar, en términos generales, los postulados del modelo antes descrito e indica que las operaciones formales no aparecen sino hasta la adolescencia, no se ha confirmado plenamente que este tipo de pensamiento se logre universalmente. Piaget mismo reconoce que podría haber un

retardo en la adquisición de estas operaciones, lográndose entre los 15-20 años y no a los 11 a 15 como postuló originalmente, y quizá "en condiciones extremadamente desventajosas, tal tipo de pensamiento no tome realmente nunca forma" (Piaget, 1972, p. 7). Al respecto, Day (1981) opina que sólo el 50% de los sujetos de más de 12 años a los que se les presentan tareas piagetianas de pensamiento formal pueden ubicarse en dicho estadio. Autores - como Epstein (1978, 1980, citado por Fusco, 1981) consideran que es sólo un 34% de adolescentes los que manifiestan pensamiento formal. Se ha observado también que una persona puede manifestar operaciones formales al resolver una tarea, pero no necesariamente lo hace al resolver otra, aún cuando ésta puede ser si milar. Estos hallazgos han conducido a una serie de investigaciones que tratan de dilucidar el por qué y el cómo se manifiesta el pensamiento formal. Si además recapitulamos en las críti cas hechas a la metodología piagetiana (revisadas en el capítulo anterior) comprenderemos los nuevos senderos que ha tomado - la investigación sobre pensamiento formal.

Aún cuando afirmamos que el tratamiento teórico más elaborado y profundo del pensamiento formal continúa siendo el realizado por Inhelder y Piaget, el estudio del pensamiento formal - posterior a estos trabajos, y desde un enfoque neopiagetiano ha logrado importantes desarrollos teórico-metodológicos. Así, -- vienen enfatizándose como principales áreas de investigación -- las referentes a la universalidad del pensamiento formal, a la metodología de su evaluación, a las variables asociadas al logro de estas operaciones, a sus implicaciones a la práctica educativa y a las posibilidades de su entrenamiento.

Considerando algunas de las investigaciones más importantes reportadas dentro de este enfoque, y con el objeto de dar una vi sión general sobre el estado de la investigación, se comentarán algunas de las áreas de investigación reciente y las directrices probables de investigación futura. Los estudios que se comentan

se han seleccionado, además por marcar pautas a seguir en el trabajo de tesis que plantearemos posteriormente.

Las áreas de investigación que han despertado un mayor interés son las siguientes:

1. la ubicación del pensamiento formal en una forma diferente a la de la escuela ginebrina, buscando modelos y explicaciones opcionales a las características y manifestaciones del pensamiento formal. Estos trabajos han conducido a plantear modelos teórico-metodológicos que introducen modificaciones importantes a los postulados de Piaget. Así, encontramos reunido el trabajo de autores como Keats, Halford, Case (1978) en la obra "Cognitive Development" y a algunos de ellos, junto con Kirby y Biggs -- (1980) en "Cognition Development and Instruction"; obras donde se reflejan significativamente los planteamientos de la perspectiva neopiagetiana. Algunos de los trabajos recopilados en esta obra ya se han citado en el capítulo I de la tesis.

2. Se ha explorado la posibilidad de la existencia de estadios posteriores al pensamiento formal (Arlin, 1975, Gruber y Vonèche, 1976, Cropper, 1977, Schaie, 1977) y la posibilidad de -- una regresión intelectual en la vejez (Denney y Wright, 1976, -- Botwinick, 1977, Rabbit, 1977) (todos ellos citados por Neimark, 1979). En especial resalta el trabajo de Arlin (1975) quien propone que el pensamiento formal no es el estadio final del desarrollo cognoscitivo, sino que hay un 5o. estadio: el de búsqueda de problemas, en oposición al de solución de problemas (que caracteriza al pensamiento formal piagetiano). Así, la búsqueda de problemas se considera un proceso divergente de pensamiento creativo que se manifiesta en la habilidad de formular problemas. En contraste, la solución de problemas es un proceso convergente, hipotético-deductivo. La autora propone que el pensamiento formal es un prerequisite necesario (aunque no suficiente) para llegar al 5o. estadio. Sin embargo, no se ha podido confirmar esta última afirmación, y se piensa que tal vez la búsqueda de proble

mas se comprenda dentro de operaciones formales (Cropper, Meck y Ash, 1977). Por su parte, Moshman y Thompson (1981) postulan como estadio posterior al de pensamiento formal al que denominan -metaconstructivo, al cual sólo llegan pocos individuos, que operan en ambientes intelectuales extremadamente ricos, y que son conscientemente de la naturaleza de sus procesos cognoscitivos, y usan -conscientemente su pensamiento, llegando a ser capaces de formar concepciones teóricas complejas. Una persona así, necesariamente debe ser un sujeto con niveles educativos superiores, un verdadero científico o investigador.

3. Se ha intentado el refinamiento de los procedimientos experimentales y la evaluación de los efectos de diversas variables involucradas en tareas, ya sea nuevas o modificaciones a las clásicas de Inhelder y Piaget. Así, se han desarrollado medidas objetivas de la ejecución de los sujetos ante múltiples tareas. En contramos, como ejemplo, los estudios de Siegler (1976, 1978) sobre equilibrio de la balanza; los de Thornton y Fuller (1981) sobre razonamiento proporcional; los de Slater y Kingston (1981) -sobre lógica proposicional.

Los trabajos de Wason (1980) lo han llevado a concluir que -el razonamiento a nivel de inteligencia madura se ve afectado radicamente por el contenido de la tarea, lo cual contradice el --postulado piagetiano de que, a nivel formal, el sujeto puede subordinar el contenido del problema a la forma de las relaciones --existentes en él. Esto conduce a plantear que en gran medida los sujetos necesitan asimilar experiencias "más mundanas", y que se ha observado que cuando éstas se eliminan "lo que parecía compren sión de una estructura abstracta se desvanece... la experiencia -no es tan sólo necesaria para inducir la comprensión, resulta necesaria ...para mantenerla" (p. 134).

4. Algunos autores, partiendo del supuesto de que la compe --tencia real de los sujetos es superior a lo que frecuentemente se

refleja en su ejecución ante tareas de pensamiento formal, han tratado de identificar las variables de la tarea que interfieren con una ejecución óptima. Así, encontramos, entre otras, dos líneas de investigación: la que considera que el contenido de la tarea debe emplear material familiar, y no material abstracto y simbólico. Un ejemplo es el estudio de Peskin (1980) que transforma las tareas de oscilación del péndulo y combinación de sustancias químicas en las versiones "femeninas" de "alergia del maquillaje" y "especias de cocina" respectivamente: encontrando -- una ejecución satisfactoria para estas versiones de las tareas -- en comparación a las tradicionales cuando se administran a sujetos del sexo femenino.

La otra línea de investigación ha considerado el papel de las instrucciones, encontrándose el trabajo de Danner y Day (1977), que emplea instrucciones más precisas, con pruebas y modelado, -- considerando el papel de la transferencia. Estos dos planteamientos serán retomados en la investigación de tesis que presentaremos.

5. Considerando el papel que juegan las diferencias individuales, se han conducido múltiples estudios dentro de los cuales recopilamos los siguientes:

Se ha encontrado (Neimark, 1979) que existe evidencia de la necesidad de un nivel de edad mental mínimo como condición necesaria, aunque no suficiente, para el logro de las operaciones -- formales.

Se han explorado variables como estilo cognoscitivo, dependencia-independencia de campo, locus de control (Lawson, 1976, -- Linn, 1981) sugiriéndose que, en general, un sujeto que piense -- en términos formales, "es más reflexivo, analítico, independiente de campo, activo, sistemático y original" (Neimark, 1979, p. 63), y que existe una interacción entre el estilo cognoscitivo y las condiciones de la tarea sobre la ejecución en operaciones --

formales. Adicionalmente, se encuentra que la variable inteligencia correlaciona significativamente con las tareas piagetianas -- (Cloutier y Goldschmid, 1976).

Tratando de determinar la relación entre pensamiento formal y creatividad, Ross (1973) encuentra que los hombres tienden a lograr puntuaciones altas en las medidas de pensamiento formal, mientras que las mujeres lo hacen en las de creatividad.

Algunos trabajos han tratado de determinar el papel de la edad en relación a la posibilidad de avanzar en alguna habilidad cognoscitiva bajo condiciones experimentales de entrenamiento -- apropiadas. Ejemplos de estos trabajos son los de Kuhn y Angelev (1976), los ya citados de Siegler (que se retoman en el capítulo III), los de Rowell y Dawson (1981), Siegler y Vago (1978), notándose en la mayoría éxito en el entrenamiento. Considerando los métodos de entrenamiento empleados, mencionaremos dos trabajos más detalladamente: el de Rosenthal (1975) que trató de acelerar la adquisición de estructuras formales empleando control de variables y manejo de dimensiones continuas como métodos de entrenamiento; gracias a estos, los sujetos mejoraron su ejecución en tareas como oscilación del péndulo y flexibilidad de varillas, permaneciendo los efectos en un seguimiento posterior. El otro trabajo es el de Brainerd (1977) que encuentra que los sujetos a los que se les da retroalimentación sobre la tarea, -- aprenden conceptos generales más que simples conjuntos de respuestas específicas ante una tarea; observa adicionalmente que la existencia de conocimientos previos facilita el aprendizaje de la conservación y que puede darse el fenómeno de la transferencia.

Se ha investigado el papel del sexo en relación a la ejecución en tareas de pensamiento formal. Un ejemplo es el estudio mencionado anteriormente de Ross (1973) y el de Peskin (1980). En este último se encuentra que las mujeres pueden resolver satisfactoriamente las tareas si se les presentan en términos fami

liares. Mencionaremos que, en general, la investigación que se centra en la evaluación de pensamiento formal ha encontrado que los hombres superan en ejecución a las mujeres, o en algunos casos, no hay diferencias entre ambos; pocos estudios postulan la superioridad femenina en este tipo de tareas.

El efecto del factor cultural también ha recibido atención: un estudio venezolano de Crismolo, Donoso, González, Ruis y Whestpal (1981) encontró que un porcentaje muy elevado de estudiantes de ciencias universitarios no posee los esquemas formales de proporcionalidad, combinatoria, probabilidad y correlación, adjudicándose los hallazgos a una deficiente enseñanza de las ciencias. En Costa Rica, Fonseca, Hernández, Ingiana y Thomas (1980) aplicaron 3 tareas a adolescentes de diferentes estatus económicos: al comparar los resultados con los de investigaciones similares en países desarrollados, encuentran que los costarricenses muestran tasas de desarrollo más bajas en pensamiento formal, aunque los sujetos de estatus social más alto aventajan a los de estatus bajo.

Considerando conjuntamente variables como sexo, edad y cultura, Delahanty y Wong (1977) encuentran que los sujetos norteamericanos tienen una mejor ejecución que los chinos; que los niños de 15 años superan significativamente a los de 13; y que los hombres son superiores a las mujeres en tareas piagetianas de -- pensamiento formal. Otro estudio que correlaciona un amplio grupo de variables individuales (sexo, grado escolar, estatus económico, aptitud y logro académico), es el de Weeks (1973), donde la autora encuentra correlaciones significativas para la mayoría de las variables estudiadas, y observa que aún los alumnos de -- grado escolar más avanzado no manifiestan plenamente todas las -- operaciones formales.

Braxton (1973) trató de influir en el desarrollo de habilidades de pensamiento lógico a través de un programa instruccional de lógica proposicional, y relacionó estas habilidades con facto

res como edad, nivel escolar, C.I., y nivel socioeconómico. En cuenta que el grupo experimental supera al control, pero sólo en silogismos. La edad no fue un factor significativo, y las mujeres (sorpresivamente) superaron a los hombres. Los sujetos de mayor C.I. superan a los de menor inteligencia, y los de nivel socioeconómico medio a los de nivel bajo.

Empleando la técnica de clusters (agrupar en subconjuntos homogéneos a los sujetos de acuerdo a sexo y ejecución en la tarea), DeLuca (1981) encuentra que las tareas piagetianas no manifiestan correlaciones altas entre sí pues se refieren a situaciones demasiado específicas. Además, las mujeres de 13 años - tienden a agruparse con las de 17 y 18 en el mismo cluster, - - siendo su ejecución menor a la de los hombres, quienes se conforman más al modelo piagetiano.

Para finalizar esta recopilación de trabajos, mencionaremos el realizado por Pigo Remini (1983) con estudiantes mexicanos. El autor aplicó 4 tareas piagetianas de pensamiento formal (flotación de cuerpos, flexibilidad de varillas, combinación de sustancias químicas y proyección de sombras) a 420 alumnos de secundaria y preparatoria, de clase media y media-alta. Encuentra que la mayoría de estos adolescentes no han desarrollado operaciones formales, sino que se ubican en un periodo -- operatorio concreto incipiente. La tarea más difícil fue la de flotación de cuerpos, y se observaron correlaciones bajas entre las calificaciones de los sujetos en ciencias y las tareas, y - para las tareas entre sí. No se encontraron diferencias significativas por sexo.

A pesar de la amplitud de las aportaciones realizadas, todavía existen áreas importantes a investigar. Neimark (1979) - sugiere como posibles líneas de trabajo a cubrir:

- el estudio de procedimientos de entrenamiento que propicien el éxito en la solución de tareas de pensamiento formal, y la posibilidad de transferencia o generalización de las habili-

dades adquiridas.

- como ya hemos visto, pocos estudios neopietagianos interpretan sus resultados en términos del grupo INRC o de las 16 -- operaciones binarias. Más bien la tendencia es describir la -- conducta de los sujetos en términos de una secuencia de pasos, -- analizando los procesos subyacentes. Esto parece obscurecer -- los cambios cualitativos estructurales fundamentales al análi-- sis piagetiano por estadios, por lo que es importante considerar en futuras investigaciones una explicación de estos desarrollos cualitativos sin descuidar la identificación de los componentes conductuales de las operaciones formales. En esta tesis se postula que ambos enfoques (el piagetiano y el neopietagiano) le-- jos de contraponerse, pueden complementarse para ofrecer un pa-- norama más claro del desarrollo de los procesos intelectuales.

- parece cada vez más importante el deslindar el factor -- competencia del factor ejecución. Al respecto, Day considera -- que, de hecho, el término estadio debe ser reexaminado para ver si hace referencia a la ejecución ("toda actividad cognoscitiva que ocurre") o si se refiere a la competencia ("una descripción del más alto nivel de actividad cognoscitiva de la que uno es -- capaz en un estadio") (Day, 1981, p.45).

Adicionalmente, propondríamos aquí otras 3 áreas:

- investigar si las estructuras piagetianas son suficientes para explicar la organización de todos o la mayoría de los campos de actividad y áreas de interés de los sujetos, o si se restringen a las áreas científicas propias de las tareas piagetianas de desarrolladas a la fecha.

- lo anterior implica la necesidad de explorar áreas de co-- nocimientos y especialización como son las áreas humanísticas, -- sociales, biológicas, artísticas, etc. y desarrollar tareas que evalúen pensamiento formal en relación a las mismas. Posterior-- mente, debería buscarse la forma de aplicar estos conocimientos en el diseño de experiencias instruccionales para currícula de --

diferentes disciplinas.

- enfatizar la investigación y los enfoques educativos que tiendan a llevar al sujeto a una toma de conciencia gradual de sus procesos cognoscitivos, y que le permitan manejarlos consciente y racionalmente. En este sentido, podría conjuntarse la investigación reciente en metacognición con el estudio del desarrollo cognoscitivo y las estrategias desplegadas por los sujetos durante el aprendizaje escolar y la solución de problemas.

CAPITULO III

TAREA:

EQUILIBRIO

DE LA

BALANZA

CAPITULO III: TAREA EQUILIBRIO DE LA BALANZA

Este capítulo se centrará en una descripción detallada de la tarea piagetiana de equilibrio en la balanza. Se comentarán las aproximaciones de Piaget y Siegler a la misma y se presentarán algunas investigaciones que la han incluido.

La tarea de equilibrio en la balanza, desarrollado por Inhelder y Piaget (1972, cap. XI). y retomada por Siegler (1976, 1978) está relacionada con el concepto matemático de proporcionalidad y conceptos de la física mecánica relativos a equilibrio.

El dispositivo experimental puede ser una balanza con dos brazos simétricos y pijas equidistantes donde se introducen pesos, o puede tener orificios donde dichos pesos pueden insertarse o colgarse con un gancho. La tarea del sujeto es, al presentarse diferentes configuraciones en la balanza, decidir si el aparato se equilibra o si desciende, hacia dónde lo hace; otra posibilidad es que el sujeto manipule el aparato para lograr la condición de equilibrio. La solución exitosa de la tarea implica que el sujeto debe comprender la relación que se establece entre las dos variables involucradas: peso y distancia. Así, cuando dos pesos desiguales P y P' se colocan a distancias desiguales D y D' a partir del fulcro o punto de apoyo, se establecerá una condición de equilibrio siempre y cuando el producto de la distancia (o brazo de palanca) por el peso en uno de los lados del aparato sea igual al producto de peso por distancia del otro lado, es decir, cuando se compensen. Puede decirse que el peso ejerce una cantidad determinada de fuerza sobre la balanza, y que a esto subyacen los conceptos de equilibrio y desequilibrio: un cuerpo queda en equilibrio cuando una o más de las fuerzas que actúan sobre dicho cuerpo en estado previo de reposo, producen una resultante de fuerzas igual a cero, y a su vez, estará en estado de desequilibrio cuando la resultante de dichas fuerzas sea diferente de cero. Lo an-

terior nos lleva a proponer que para resolver la tarea de equilibrio en la balanza, el sujeto debe descubrir que está involucrada la noción de proporcionalidad inversa, que puede establecerse mediante la siguiente fórmula:

Bajo condiciones de equilibrio:

$$\begin{array}{l} P \quad D' \\ - = - ; \text{ ó } P \times D = P' \times D' ; \text{ ó } (P \times D) - (P' \times D') = 0 \\ P' \quad D \end{array}$$

Así, considerando un esquema de proporcionalidad, resulta - que cuando comparamos el producto de peso por distancia del lado derecho de la balanza con el producto del lado izquierdo, si la resultante es la misma, el aparato se equilibrará, y si es diferente descenderá del lado cuyo producto sea mayor. Inhelder y - Piaget proponen que, considerando los dominios de espacio, velocidad, azar y equilibrio entre otros, la noción de proporcionalidad (tal como lo apoyan sus trabajos) sólo aparece en el estadio de pensamiento formal IIIA. Por su parte, desde un enfoque neopiagetiano, Siegler (1978) propone que el problema de la balanza implica diferentes tipos de conocimiento, que van en una progresión de lo simple a lo complejo y que puede representarse en un modelo de cuatro reglas. Dados los objetivos de la presente tesis, se describirán a continuación ambos enfoques.

3.1 Enfoque Piagetiano a la tarea de la balanza

La metodología con que Piaget presenta a los sujetos la tarea de la balanza se basa en la aplicación del método clínico: - se establece una interacción entre el experimentador y el sujeto, teniendo este último la posibilidad de ejecutar las acciones deseadas sobre el aparato para establecer el equilibrio. El dispositivo piagetiano es una balanza con múltiples ranuras, y a manera de pesos, discos de metal que varían en peso, o muñecas de diferentes pesos, que el sujeto coloca alternativamente para esta-

blecer el equilibrio. El papel del experimentador es cuestionar al niño, preguntarle sus razonamientos y hacerlo resolver sus dudas y las contradicciones en que cae. Evidentemente, no se sigue un formato estandarizado de entrevista, aunque se registran las acciones y verbalizaciones tanto del experimentador como del sujeto.

Piaget propone que en la resolución del problema de la balanza, el niño pasa por diferentes estadios y subestadios hasta lograr la comprensión y resolución completa de la misma:

Estadio I: Subestadio IA: Indiferenciación entre la acción propia y el proceso exterior.

Subestadio IB: Articulación de las intuiciones en la dirección de la compensación de los pesos.

Estadio II: Subestadio IIA: Operaciones concretas sobre los pesos o las distancias pero sin coordinación sistemática entre ellos.

Subestadio IIB: Correspondencia inversa de pesos y distancias.

Estadio III: Descubrimiento y explicación de la ley.

En el estadio I, que puede caracterizarse como preoperacional, ya existe en el niño una noción de equilibrio entre el propio cuerpo y otros pesos, pero esta noción es indiferenciada, y en ella, "el peso se concibe en relación con las acciones de levantar o presionar" (Piaget, 1972, p. 143), y no se ha logrado un sistema de operaciones de compensación entre pesos y distancias, no incluyéndose reversibilidad sistemática. En el nivel IA (3 a 5 años aprox.) el niño interviene él mismo para rectificar la posición de la balanza, y espera que conserve los resultados de sus intervenciones (p.e. mueve con su mano la balanza para lograr "equilibrio" aun cuando el arreglo no lo permita); no logra aceptar la idea de que la balanza es un mecanismo indepen-

diente, no piensa aún que el equilibrio implica igualdad de pesos, y de hecho, no hay conservación de peso. Al niño le gusta agregar y retirar pesos, pero sin buscar la igualdad. No toma aún en cuenta la dimensión distancia. Sin embargo, en el subestadio IB (5 ó 6 hasta 7 u 8 años) se "asiste a una articulación progresiva de estas representaciones intuitivas que se orientan en la dirección de la operación reversible" (p. 145). Entonces, el niño comprende la necesidad de tener un peso a cada lado para obtener equilibrio, y que los pesos tienen que ser más o menos iguales. - Falla en cuanto que no puede proceder sistemáticamente, aún cuando agrega y quita pesos para obtener igualaciones, que al ser correcciones sucesivas, son aún regulaciones y no operaciones concretas y reversibles. En relación a la distancia, hay una tendencia a buscar la simetría, aún cuando no ha podido establecer la relación "más lejos del centro= más pesado".

A partir del subestadio IIA (8 a 10 años) se presenta la igualdad y el agregado exacto de las distancias, aún cuando ambas variables no se coordinan adecuadamente. Por medio de ensayo y error, el niño establece que puede haber equilibrio entre un peso más pequeño colocado a una mayor distancia y un peso más grande a una distancia menor; prevé que dos pesos desiguales, necesitan distancias desiguales para establecer equilibrio, pero no encuentra aún la ley "más pesado \Rightarrow más cercano al extremo". Llega un momento posterior en que el sujeto ya puede seriar los pesos y determinar sus igualdades, puede sumarlos de modo reversible y -- comparar con corrección dos conjuntos de pesos. Sabe utilizar la transitividad de las relaciones de desigualdad o igualdad de los pesos. Hace estas mismas operaciones con las distancias. Puede obtener las siguientes generalizaciones:

- dos pesos iguales a distancias iguales se equilibran por simetría.
- dos pesos iguales a distancias desiguales no se equilibran
- dos pesos desiguales a distancias iguales tampoco se equilibran.

En cambio, para el caso de pesos desiguales y distancias desiguales, no le es posible aún, en el subestadio IIA dar una respuesta satisfactoria. Este último caso (distancias y pesos desiguales) encuentra su solución en el nivel IIB, aún cuando no mediante el empleo de proporciones métricas (excepto a veces para las relaciones de 1 a 2) sino mediante compensaciones cualitativas. En este subestadio, el sujeto puede establecer una doble seriación de los pesos $A > B > C$ y de las distancias $D_1 < D_2 < D_3 \dots$ que le permita hacer operaciones cualitativas que resuelvan algunos casos, pero no puede resolver la situación en que en un brazo el arreglo sea más pesado x menos lejos en comparación con el otro brazo cuando es menos pesado x más lejos, pues en esta situación, sólo bajo ciertas condiciones métricas, se establece el equilibrio. Aún cuando no llegue a manejar un esquema cuantificado de proporcionalidad el sujeto puede cuantificar por separado pesos y distancias, sabe, por ejemplo, que el peso B es el doble del A, es decir $B = 2A$, y que hay la distancia uno, la distancia dos, etc., y que por ejemplo la distancia cuatro es el doble de la distancia dos.

Piaget se cuestionaba el por qué entonces el sujeto debe esperar hasta el nivel formal III para construir un esquema de proporciones, aún cuando a nivel de conocimiento escolar, desde los últimos grados de la enseñanza elemental se enseñan procedimientos matemáticos de regla de tres (proporcionalidad). Tal parece que el esquema de la proporcionalidad se constituye independientemente de dicha enseñanza, que de hecho, se limita principalmente a la enseñanza mecánica de algoritmos. La condición necesaria para la construcción de ese esquema de proporcionalidad, de acuerdo al planteamiento de la escuela ginebrina, es la posesión de un sistema operatorio cualitativo análogo al grupo INRC, lo cual puede explicarse a partir de la forma en que los sujetos logran el estadio III y --afrontan la tarea. Inhelder y Piaget proponen que en el nivel IIIA si se permite al sujeto la manipulación del aparato, este descubre la ley del equilibrio bajo la forma de la proporción ya mencionada $P/P' = D/D'$; sin embargo, "esta ley no da lugar a una explicación

causal particular", es decir, el sujeto no explica ampliamente el fenómeno, sólo sabe que es un sistema de compensaciones. Sólo si la atención del sujeto se concentra en las inclinaciones y las alturas que deben recorrerse, puede llegar a explicar la ley, considerando la igualdad de trabajos o desplazamientos de las fuerzas, es decir, explicando el fenómeno en términos de la física mecánica, aún cuando no emplee un vocabulario físico preciso. Piaget mismo reconoce que el logro de este tipo de explicación sólo aparece excepcionalmente, incluso en el nivel IIIB. Debe aclararse que Inhelder y Piaget hablan de que los sujetos del nivel formal explican el equilibrio considerando la "igualdad de trabajos" dado que el transporte de un peso a una cierta altura constituye un trabajo, y que si se establece la condición de equilibrio, es por que los trabajos son iguales, existiendo una compensación entre la fuerza y la altura; sólo mediante esta noción de igualdad de trabajos, se proporciona una razón para explicar el fenómeno del equilibrio, lo cual, como ya se dijo, no se manifiesta de manera espontánea en todos los sujetos.

Piaget trata de explicar por qué el esquema de proporcionalidad puede llegar a constituirse independientemente de la enseñanza que se pretende dar del mismo, aduciendo que este esquema requiere como condición necesaria y suficiente un sistema análogo - al grupo INRC; el cual se manifiesta en la tarea de la balanza de la siguiente forma:

A la operación que consiste en colocar pesos sobre uno de los brazos a distancias dadas, pueden corresponderle dos clases de operaciones para establecer el equilibrio:

- a) la inversa N que consistiría en quitar esos pesos, ó
- b) la recíproca R que consistiría en colocar pesos iguales a distancias iguales sobre el otro lado del aparato.

Así, si la inversa anula la operación inicial, la recíproca - la compensa sin anularla, aunque N y R conduzcan al mismo resultado: lograr el equilibrio.

El sujeto en el estadio III puede comprender las transformaciones por inversión y reciprocidad, y agruparlas en un sistema único (I, N, R y $NR = C$), implicando las nociones de compensación y anulación y comprendiendo las siguientes igualdades: $NR = IC$, $RC = IN$, $NC = IR$ que son igualdades entre productos de dos transformaciones.

Si llamamos p al enunciado de un aumento determinado de peso y q al de un aumento determinado de distancia, llamaremos \bar{p} y \bar{q} a una disminución correspondiente de peso y distancia en un mismo brazo de la balanza. Considerando esta notación de la lógica proposicional, Piaget trata de explicar cómo razonan los sujetos acerca de los cambios de peso y distancia, manejando el grupo INRC:

Si se considera $p . q$ como operación idéntica I, tenemos que:

Idéntico I ($p . q$) = aumentar a la vez el peso y la distancia en uno de los brazos

Inverso N ($\bar{p} \vee \bar{q}$) = ($p . \bar{q}$) \vee ($\bar{p} . q$) \vee ($\bar{p} . \bar{q}$) = disminuir la distancia aumentando el peso, o disminuir el peso aumentando la distancia, o disminuir los dos.

Recíproco R ($p' . q'$) = compensar a I aumentando a la vez el peso y la distancia en el otro brazo de la balanza. Por simetría = ($\bar{p} . \bar{q}$).

Correlato C ($\bar{p}' \vee \bar{q}'$) = ($p' . \bar{q}'$) \vee ($p' . q'$) \vee ($\bar{p}' . \bar{q}'$) = anular a R de la misma manera que N anula a I. Por simetría = ($p \vee q$).

Inmediatamente antes de introducir números como medidas de peso y distancia, el sujeto comienza por formular lo siguiente:

$$p . \bar{q} = R (\bar{p} . q)$$

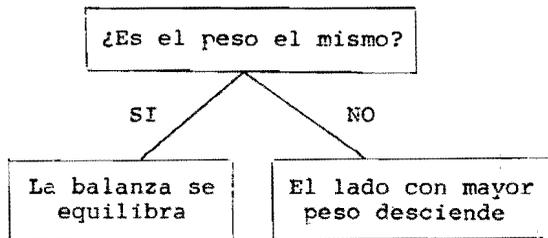
siendo el razonamiento subyacente que aumentar el peso y disminuir la distancia en uno de los brazos, equivale a lo mismo que disminuir

el peso y aumentar la distancia en el otro brazo. A partir de un esquema cualitativo de proporciones, de tipo lógico, (que corresponden a una intuición global de la proporcionalidad) el sujeto pasa al manejo de las proporciones numéricas y después al descubrimiento y explicación de la ley.

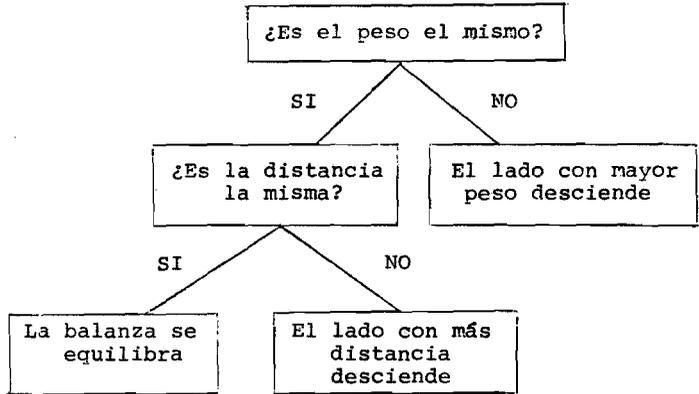
3.2 Enfoque Neopiagetiano (Siegler) a la tarea de la balanza.

Bajo el supuesto de que la comprensión de problemas como el de equilibrio en la balanza implica tres dominios diferentes: conocimiento que ya posee el niño acerca del problema; habilidad para adquirir nueva información acerca del mismo y diferencias individuales en nivel de procesamiento, Robert Siegler (1976, 1978), se propone caracterizar y explicar las diferencias existentes en el pensamiento del niño. Considerando, asimismo que los estudios originales de Inhelder y Piaget sobre pensamiento formal adolecen de deficiencias conceptuales y metodológicas (como son el empleo del método clínico, la falta de representatividad de los sujetos, la baja confiabilidad intraexperimento y la baja confiabilidad interexperimento) el autor se propone obtener medidas objetivas de la variable dependiente, que sean altamente confiables, y que al mismo tiempo revelen exactamente lo que el niño conoce. Buscando un procedimiento metodológico que reuniese estas características, Siegler sugiere que los diferentes tipos de conocimiento que un niño puede tener sobre el problema del equilibrio en la balanza, pueden representarse en un modelo de cuatro reglas (tomadas de -- Siegler, 1978, p. 113):

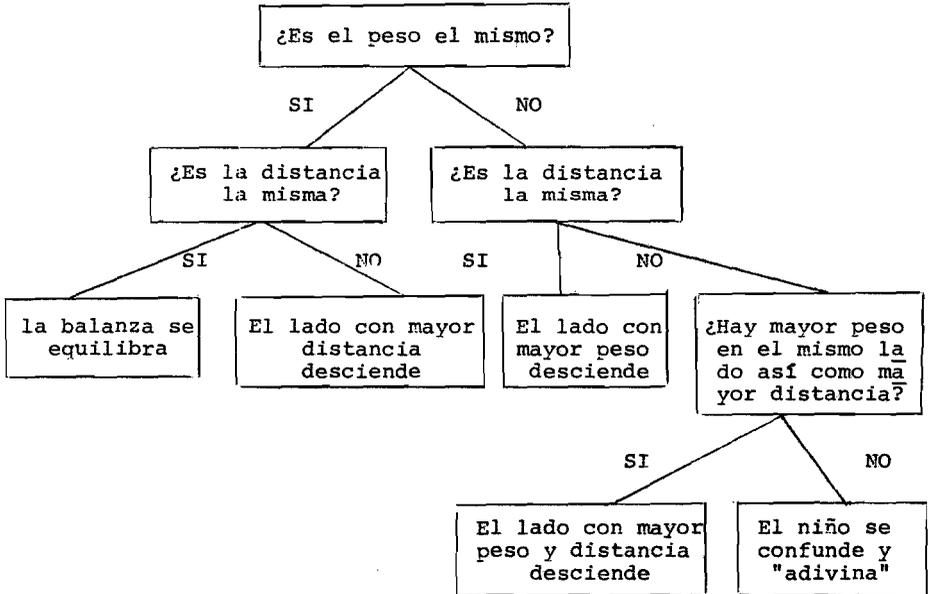
Regla I.



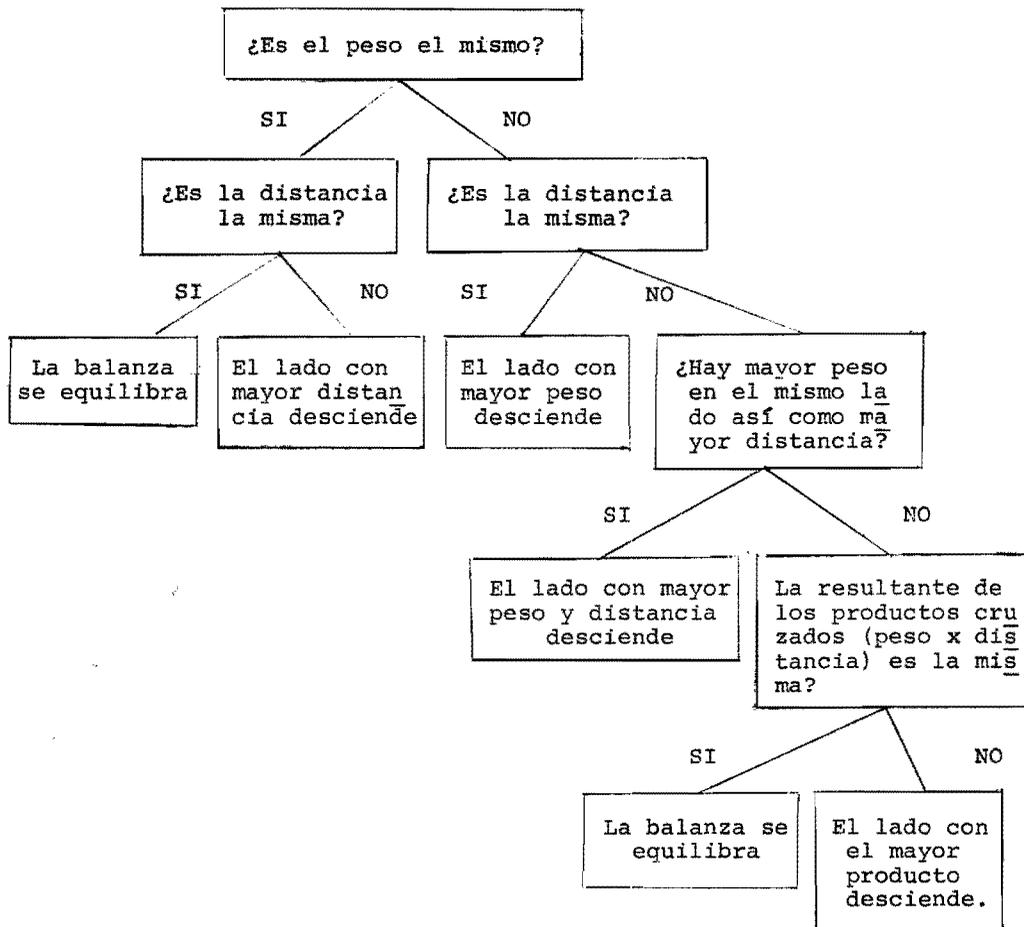
Regla II



Regla III



Regla IV.



Así, un niño que usa la regla I sólo considera la variable - peso, en términos del número de pesos en cada brazo del aparato, - sin tomar para nada en cuenta la distancia; así, si el número de pesos es igual, el sujeto dice que habrá equilibrio, y si no, que descenderá el lado con más pesos. En cambio, si emplea la regla II considera tanto peso como distancia, siempre y cuando los pesos

sean los mismos. Un niño que maneja la regla III, considera peso y distancia, tanto si son los mismos como si no lo son; si las dos dimensiones son iguales, predice equilibrio, si sólo una dimensión es igual determina el resultado con base en la otra, y si ambas -- son diferentes y uno de los lados tiene el valor más alto en ambas, sabe predecir que este será el que descienda. Existe, sin embargo, una situación que la persona que emplea la regla III no puede solucionar: cuando las dos dimensiones son diferentes y en un lado se localiza el mayor peso, pero en el otro la mayor distancia, el sujeto no tiene una manera consistente de resolver este conflicto. - En contraste, un sujeto que emplea la regla IV, ha logrado conocimiento maduro (formal) de la tarea: descubre que necesita multiplicar la cantidad de peso por el valor ordinal de la distancia, contada ésta a partir del fulcro, y comparar los productos resultantes en ambos lados.

Para determinar si los sujetos emplean o no estas reglas, se diseñaron 6 tipos de problemas, que abarcan los posibles arreglos que pueden presentarse considerando pesos y distancias:

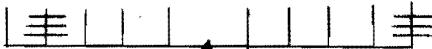
1. Problemas de Balanza (B) con la misma configuración de pesos sobre las pijas a cada lado del fulcro. Ejemplo:



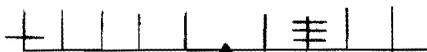
2. Problemas de Peso (P) con cantidades diferentes de pesos equidistantes del fulcro. Ejemplo:



3. Problemas de Distancia (D) con cantidades iguales de pesos a distancias diferentes del fulcro. Ejemplo:



4. Problemas de Conflicto Peso (CP) con más peso en un lado y más distancia en el otro, y con un arreglo tal, que el lado con más peso desciende. Ejemplo:



5. Problemas de Conflicto Distancia (CD) con más peso en un lado y más distancia en el otro, y con un arreglo tal, que el lado con más distancia descende. Ejemplo:



6. Problemas de Conflicto Balanza (CB) con más peso en un lado y más distancia en el otro, y con un arreglo tal, que la balanza se equilibra. Ejemplo:



La relación que se establece entre los diferentes tipos de problemas y reglas es la siguiente: los sujetos que emplean la regla I, resuelven los problemas de balanza, peso y conflicto peso. Los que emplean la regla II resuelven: balanza, peso, conflicto peso y distancia. Los que usan la regla III, resuelven: balanza, peso y distancia. Nótese que una regla más compleja, la III, resuelve un problema menos que la II, el problema de conflicto peso, pero ello se debe a que un sujeto de regla II resuelve este conflicto sin tomar en cuenta la distancia. Y por último, el empleo de la regla IV permite la resolución de todos los tipos de problemas. En el siguiente cuadro, se observan las relaciones mencionadas:

TIPOS DE PROBLEMAS QUE SE RESUELVEN

		B	P	D	CP	CD	CB
REGLA EMPLEADA	I	+	+		+		
	II	+	+	+	+		
	III	+	+	+			
	IV	+	+	+	+	+	+

Siegler ha reportado dos estudios (1976, 1978) en los que trata de ubicar la edad aproximada en que los sujetos emplean estas reglas, la capacidad que tienen de codificar las variables relevantes al problema, los logros de los sujetos ante retroalimentación sobre sus respuestas; a continuación se presentará un cuadro que trata de sintetizar el curso del desarrollo que Siegler propone para la tarea de la balanza:

Edad	Conocimiento Existente	Habilidad de Codificación	Respuesta a la Re <u>troalimentación</u> .	Ayudas Adicionales.
3	50% ninguna regla	ni peso ni distancia	no puede aprender rI a partir de re <u>troalimentación</u> - en problemas B y P	50% aprende rI si se le enseña a co <u>dificar</u> peso y distancia
4	50% ninguna regla 50% rI	peso	aprende rI a partir de problemas B y P	
5	rI	peso	no aprende la -- rIII o IV a par-- tir de problemas de conflicto	aprende rIII si se entre <u>na</u> codifica <u>ción</u> de peso y distancia
8	50% rI 50% rII	peso distancia	aprende RIII a -- partir de proble <u>mas</u> de conflicto	

Edad	Conocimiento Existente	Habilidad de Codificación	Respuesta a la Retroalimentación	Ayudas Adi cionales
13	rIII	peso distancia	no aprende rIV a partir de proble mas de conflicto	50% aprende rIV con: co dificación cuantitativa ayudas de me moria y re-- troalimenta ción.
17	rIII	peso distancia	no aprende rIV a partir de proble mas de conflicto	aprende rIV con: codifi cación cuan titativa o ayudas de me moria con re troalimenta ción.

Ahora ubicaremos el modelo de Siegler dentro de la perspectiva nepiagetiana considerando los planteamientos ya descritos en el capítulo I. El modelo puede ubicarse dentro del marco teórico de Case (1978, 1980) basado en estrategias ejecutivas. Tanto las reglas de Siegler como las estrategias de Case describieron secuencias detalladas de pasos englobados en una estructura más general, que dependiendo del nivel de desarrollo cognitivo puede ser cada vez más compleja y exitosa para solucionar una tarea específica. En la regla I de Siegler, el niño sólo toma en cuenta la cantidad de peso - en ambos brazos de la balanza, por lo que hace una comparación unidimensional que corresponde a la estrategia II de Case. En la regla II, ya toma en cuenta tanto peso como distancia, pero no puede coordinarlos por lo que puede decirse hace comparaciones bidimensionales, propias de la estrategia III de Case. En relación a la regla III, el sujeto considera tanto peso como distancia, y puede - -

asignarles valores a ambas variables y lograr compensaciones cuantitativas, lo que nos indica que hace comparaciones bidimensionales con nociones de cuantificación, aunque aún no puede emplear razones ni proporciones exactas para resolver la tarea de la balanza, lo cual corresponde con la estrategia IV de Case. La regla IV de Siegler no encuentra paralelo con las del modelo de Case, que de hecho plantea sólo las estrategias específicas de los niveles sensoriomotriz, preoperacional y concreto, mientras que el logro de la última regla de Siegler implica pensamiento formal.

Ambos autores consideran que puede ayudarse al sujeto a lograr estructuras más complejas (reglas o estrategias) a través de procedimientos experimentales apropiados. También postulan los dos que las posibilidades del sujeto van a estar limitadas por sus procesos de transformación de la información y por su capacidad de memoria.

3.3 Contrastación Siegler-Piaget

Se consideró muy importante, dadas las finalidades de esta tesis, contrastar los principales postulados y estadios propuestos por Inhelder y Piaget con los hallazgos y reglas de Siegler, pues esto nos permite, en un primer momento, señalar puntos de concordancia y divergencia entre las dos aproximaciones, que aunque estudian el mismo problema, lo hacen bajo condiciones diferentes: - en el caso de Piaget, con una población de jóvenes europeos en la década de los cincuentas, en el de Siegler, con población norteamericana de finales de la década de los setentas, empleando el primer autor el método clínico como aproximación metodológica, y el segundo, el método experimental. La contrastación se estableció considerando los estadios piagetianos, las reglas de Siegler, la edad aproximada de los sujetos, y las características de su ejecución ante la tarea. Con el fin de visualizar en una forma más comprensible la información, ésta se presenta esquemáticamente:

APROXIMACION PIAGETIANA		APROXIMACION NEOPIAGETIANA (Siegler)	
Estadio	Edad	Características	Edad Características
IA	3-5	Preoperacional, no conserva peso ni considera <u>dis</u> tancia. No dife <u>r</u> encia su acción del aparato.	3 ninguna regla, no codifica ni peso ni distancia, pero puede aprender la regla I
			4 considera el peso 50% regla I, 50% ninguna
IB	5 ó 6	considera peso y comienza a ver <u>que es importante</u> la distancia. No procede <u>sistemáti</u> camente; no hay <u>reversibilidad</u> .	5 casi todos los sujetos manejan regla I, considerando peso. Resuelven: B, P y CP.
	7 u 8		
IIA	8 ó 10	igualación y <u>agre</u> gado exacto de <u>pe</u> sos y distancias aunque no los <u>coor</u> dina. Generaliza: pesos y distancias iguales, pesos = y distancias \neq ; pesos \neq y distancias = ; no maneja pesos \neq y distancias \neq . <u>Ope</u> racional concreto.	13 la mitad maneja la r II y la mitad la r I. Considera peso y distancia. Puede <u>--</u> aprender r III con <u>entrena</u> miento. Resuelve: B, P, D, CP.
IIB	10 a	resuelve problemas de pesos \neq con <u>dis</u> tancias \neq por me <u>---</u> dio de <u>compensacio</u> nes cualitativas.	13 considera peso y distancia. Regla III; 50% puede <u>apren</u> der rIV con entrenamiento. No resuelve <u>consistentemen</u> te problemas de conflicto.
	12 ó 13		17 considera peso y distancia; regla III, puede aprender regla IV con entrenamiento

- IIIA 13 en descubre la ley que Sieglér reporta que no se lo
adelanrige el equilibrio, gra espontáneamente (salvo -
te no da explicación - pocos casos) el manejo de --
causal; emplea pro- rIV empleando proporcionali-
porcionalidad inver dad, aunque sí puede entre--
sa: $PxD = P'x D'$ narse.
- IIIB (aparece excepcionall Sieglér no considera el mane
mente) da explicación jo de regla IV con base a --
causal en términos de una explicación causal que -
igualdad de trabajos involucre nociones de física
o desplazamiento de - mecánica.
fuerzas; considera --
fuerza por brazo de -
palanca.

Algunos puntos interesantes que resultan de esta contrastación son los siguientes: Piaget no explora la posibilidad de en trenamiento o inducción guiada en la solución de la tarea, aún - cuando permite que el sujeto se autocorrija a través de la retro alimentación que le ofrecen sus manipulaciones con el aparato y los cuestionamientos del experimentador. En general, existe con cordancia entre ambos autores con respecto a la progresión de -- los logros del niño en la solución de la tarea: inicialmente se considera la variable peso, después la distancia y finalmente se coordinan ambas. Ambos coinciden que es alrededor de los 5 años que el niño comienza a considerar adecuadamente el peso, y a par tir de los 8 la variable distancia, pasando por una etapa entre los 10 y 13 años, en donde se hacen compensaciones cualitativas, pero no es sino hasta la adolescencia (emergencia de pensamiento formal) que el sujeto puede coordinar ambas variables y manejar un esquema de proporcionalidad para resolver todos los problemas. Existen, en este último punto, divergencias entre los autores: - mientras Piaget considera que puede darse más o menos espontáneal mente (a partir de la experiencia del sujeto con la balanza) el descubrimiento y el manejo de la proporcionalidad, y que aún pue de llegarse a un subestadio posterior, aunque infrecuente, donde el sujeto puede explicar la tarea en términos de la física mecá-

nica; Siegler, por el contrario, no reporta un logro espontáneo de la regla IV, aunque sí considera que puede entrenarse, siendo dicho entrenamiento exitoso para la mitad de los sujetos a los 13 años, y para casi la totalidad hasta los 17. Podemos decir que en el nivel piagetiano IA no se maneja ninguna regla; en el IB se maneja la regla I de Siegler; en el IIA la regla II (pudiendo aprender la regla III); en el nivel IIB la regla III (pudiendo aprender la regla IV); y en el nivel IIIA la regla IV; para el subestadio IIIB no existe regla equiparable en el modelo de Siegler, dado que este último no considera la explicación causal del fenómeno, sino el manejo de la proporcionalidad. Para finalizar esta sección, se incluye un cuadro donde se equiparan las clasificaciones piagetianas y neopiagetianas revisadas:

Subestadio Piagetiano		Reglas de Siegler
IA Preoperacional	-	no hay regla
IB Preoperacional	-	regla I
IIA Operacional Concreto Inicial	-	regla II
IIB Operacional Concreto Avanzado	-	regla III
IIIA Operacional Formal Inicial	-	regla IV
IIIB Operacional Formal Avanzado	-	no hay regla

3.4 Algunas investigaciones reportadas sobre la tarea de la balanza.

En esta sección se comentarán los datos y características más sobresalientes de algunas investigaciones que involucren en su procedimiento la administración de la tarea de equilibrio en la balanza; siendo ésta en algunos de los estudios la tarea principal y estando en otros en conjunción con diversas tareas y variables.

Dado el particular interés en la obra de Inhelder y Piaget y los estudios de Robert Siegler, serán estos trabajos los primeros que se revisen; posteriormente se presentarán otros estudios recopilados siguiendo un orden cronológico. Debe aclararse que algunos de los estudios ya han sido citados en el capítulo II, pero aquí se retoman para destacar los datos específicos arrojados sobre la tarea de la balanza.

El trabajo de Inhelder y Piaget revisado en la sección precedente no ofrece un reporte experimental propiamente dicho, no se detallan las técnicas ni los procedimientos de las tareas, y en relación a los sujetos participantes, sólo se menciona su edad, nombre y tipo de razonamientos. Esto hace difícil postular la representatividad de estos grupos de sujetos, dado que no se ofrecen datos de cuántos participaron, de su nivel cultural y socioeconómico de proveniencia, de su nivel intelectual o rendimiento académico, etc. Dada la metodología piagetiana, es evidente que no se ofrecen análisis cuantitativos de datos grupales, ni se busca identificar las variables personales-sociales asociadas a las respuestas de los sujetos; el innegable valor del trabajo es la presentación de un panorama generalizable de los estadios y subestadios del pensamiento formal equiparables entre las distintas tareas investigadas. Por otra parte, el trabajo de Inhelder y Piaget es el punto de partida de todas las investigaciones que se presentan posteriormente en esta sección.

Por su parte, en el grupo de estudios reportados por Siegler en 1976, el objetivo fue caracterizar y explicar las diferencias existentes en el desarrollo de la comprensión de la tarea de la balanza con niños de diferentes edades. La investigación se centró en tres aspectos: el conocimiento existente (ejecución), la habilidad de beneficiarse de las experiencias relevantes (competencia) y las posibilidades de codificación de las variables relevantes (peso y distancia). El autor trabajó con 120 niñas y jovencitas de clase media alta de los siguientes grados escolares:

preescolar, 4o., 5o., 8o., 9o., 11o., y 12o. Sometió a los sujetos a experiencias de observación (los sujetos observaban -- los resultados de los arreglos en la balanza), de experimentación (los sujetos hacían sus propios arreglos) y "a priori" (control). Les aplicó un postest conteniendo los seis tipos de problemas ya descritos en la sección precedente. Los análisis de los resultados revelaron un efecto significativo para edad, no encontrándose diferencias por tipo de tratamiento. Se encontraron diferencias significativas por tipo de problema y una interacción entre estos y edad. Se observó que los problemas de peso y balanza son los que se resuelven más frecuentemente en comparación a distancia y conflicto peso, siendo éstos a su vez resueltos en forma satisfactoria en mayor proporción que los de conflicto distancia y balanza. De los resultados, el autor concluye -- que existen diferentes patrones de desarrollo para los 6 tipos de problemas. Aún cuando no hubo diferencias por tratamiento, las niñas de la condición de observación hicieron un número mayor de predicciones correctas para los problemas de conflicto distancia y conflicto balanza, y las niñas de los grupos de experimentación y a priori en los de conflicto peso. No hubo diferencias entre grupos en los problemas sencillos, es decir, balanza, peso y distancia. De la población estudiada (120 niñas) resultaron clasificables sólo 13, siendo las 107 restantes clasificables como sigue: 29 regla I, 22 regla II, 48 regla III y 8 regla IV. Se encontró también una clara relación entre edad y regla empleada: la mayoría de los sujetos de 5 - 6 años empleaban la regla I, -- los de 9 - 10 las reglas II y III más o menos en la misma proporción, los de 13 - 14 años la regla III, y los de 16 - 17 las reglas III y IV. Los estándares de clasificación fueron los siguientes: para pertenecer a una regla dada, el sujeto debía responder al menos 26 de las 30 preguntas del postest basándose en las variables de dicha regla: peso, distancia o ambas.

Un dato interesante que revelan los resultados, es que no parece haber cambios significativos debidos al desarrollo cognos

citivo en cuanto a la resolución de la tarea para las edades comprendidas entre los 9 y 17 años. A partir de estos hallazgos, en un segundo estudio el autor se aboca a presentar a niños de 5 y 8 años diferentes tipos de problemas: formó un grupo de experiencias en conflicto, un grupo control que recibe sólo problemas de peso y balanza y otro grupo control de pretest-postest únicamente. Encuentra que los niños, que al iniciar el estudio manejaban la regla I, pueden beneficiarse diferencialmente de la experiencia dependiendo de su edad. Los niños mayores tendieron a adoptar la regla III, mientras que los pequeños permanecían en la I, independientemente de la experiencia recibida. A partir de aquí, el autor decide probar si esto se debe a que los niños de 5 años no pueden adquirir nueva información porque no pueden codificar adecuadamente las variables relevantes; de tal forma que se conduce un tercer experimento donde se entrena a codificar a los niños (5 y 8 años) por separado el peso y la distancia. Se encuentra que con el entrenamiento, los niños de 5 años pueden codificar correctamente peso en un 51% de las ocasiones, y distancia sólo en el 16%. Por su parte, los niños de 8 años codifican peso un 73% y distancia un 59%. Posteriormente se observó que ambos grupos seguían manejando la regla I, misma que manejaban antes del entrenamiento. En subsiguientes estudios, se explora la posibilidad de que los problemas del niño pequeño para codificar sean la necesidad de más tiempo o la comprensión inadecuada de las instrucciones. Al no encontrar resultados significativos para estas variables, se entrena a los niños directamente a codificar por medio de un algoritmo detallado y guiado y se encuentra que bajo esta condición cambia sustancialmente el patrón de codificación de los niños de 5 años, logrando un 52% para peso y un 51% para distancia, y para los de 8 años, un 72% y 76% respectivamente. Esto aumenta posteriormente la capacidad de los sujetos de predicción en la tarea de la balanza, donde la mayoría progresa a regla II y algunos a regla III.

El estudio reportado por Siegler en 1978, es una continuación del de 1976. Considerando la tarea de la balanza, y las reglas y

problemas asociadas a la misma, es estudian grupos de 3, 4 y 5 años de edad. Se incluyen, adicionalmente, las tareas de proyección de sombras y probabilidad con el fin de evaluar el conocimiento existente en los niños comparando si sus manifestaciones son equiparables en las tres tareas. Los resultados de este primer experimento indican, en general, que existen diferencias significativas por edad y tipo de problema, encontrándose interacción entre ambas. Se observa que las tareas más relacionadas son balanza y proyección de sombras. Se determinó, después de un mes, la permanencia de la ejecución de los niños en las tres tareas, la cual fue estable. Los niños de 3 y 4 años parecían no emplear ninguna regla, mientras que los de 5 años - consistentemente usaban la regla I. Se condujo un segundo experimento que probó la posibilidad de que niños de 3 y 4 años adquirieran la regla I a partir de retroalimentación simple con la balanza. Se observó que ninguno de los niños de 3 años pudo hacerlo, y que el 60% de los de 4 lo logró. Se vuelve a probar la hipótesis de codificación del estudio previo en un tercer experimento, encontrándose que los dos grupos de edad aprendían a codificar peso, lo que posteriormente les permitía beneficiarse de la retroalimentación y adherirse a la regla I. Los resultados de ambos trabajos (1976, 1978) reafirman la diferencia entre lo que el niño ya conoce y lo que puede aprender, demostrándose que ambos componentes pueden evaluarse separadamente, y que son susceptibles de modificarse por medio de experiencias como retroalimentación y ayudas adicionales. En este caso, tales ayudas fueron entrenamiento en codificación de peso y distancia, - pero agregaremos otras: empleo de analogías, ayudas mnémicas, - autorregistros, entrenamiento en control sistemático de las variables involucradas, transformación de la tarea en términos familiares, etc., algunas de las cuales se exploran en la investigación de tesis que se presenta posteriormente.

Otros trabajos de interés son los siguientes:

Hammond (1973) condujo un estudio con 303 adolescentes de 11 a 13 años, donde administró secuencias de enseñanza estructu

rada para lograr la solución de la tarea de la balanza, la cual se enfocó como una tarea de pensamiento proporcional. Desarrolló 4 secuencias estructuradas de aprendizaje programado para ayudar a los sujetos a reestablecer el equilibrio en una balanza, considerando peso y distancia. Aun cuando en el artículo no se describen los diferentes tipos de problemas empleados, se reporta que el programa fue efectivo y propició la solución correcta tanto de problemas entrenados como de problemas nuevos para el sujeto al someterse a una postevaluación. Se incluyeron ítems simétricos y asimétricos, secciones verbales y visuales, además de ítems de opción múltiple. Otros factores significativos fueron, aparte de tratamiento, grado escolar y nivel de habilidad inicial, notándose que no hubo diferencias por sexo. Se reporta que una proporción considerable de sujetos, a pesar de su edad, permanecían ligados a los límites de las operaciones concretas.

En ese mismo año, Lawson (1973) seleccionó 138 alumnos de secundaria de diferentes áreas: 51 estudiantes de biología, 54 de química, y 33 de física; y les presentó 4 tareas piagetianas: equilibrio en la balanza, conservación de peso, conservación de volumen y separación de variables. Encontró que 64.8% de los biólogos resultaron con pensamiento completa o parcialmente concreto, el 92% de los químicos y los físicos en transición, es decir, mostrando comprensión de la mayoría de los conceptos de pensamiento concreto, pero no la totalidad de los de pensamiento formal. Esto demuestra, en gran medida, que las materias científicas escolares (cuyo contenido es abstracto y formal) no son apropiadas al nivel intelectual de los estudiantes, que al menos en secundaria, continúan pensando en términos concretos. El estudio también resalta que puede haber diferencias por área de conocimiento, y que las tareas de conservación de volumen y separación de variables son los mejores predictores de éxito en los conceptos examinados, no así la de balanza.

Wozny (1973) trabajó con poblaciones puertorriqueñas resi-

dentes en su país y en Estados Unidos. Aplicó 4 tareas de pensamiento formal: equilibrio en la balanza (comprensión de proporciones), péndulo (reconocimiento y exclusión de variables irrelevantes), objetos flotantes (densidad y gravedad específicas) e interpretación de proverbios (generalización abstracta de situaciones cotidianas). Se encontró que equilibrio en la balanza y péndulo se solucionaban, en términos de edad, antes que cuerpos flotantes, que resultó ser la tarea más difícil. Se encuentra también que la cultura y los factores educacionales afectan los resultados: los niños que residían en Puerto Rico iban de dos a cuatro años atrás en ejecución en comparación a los que residían en Estados Unidos. Esto apoya la idea de Piaget de que la maduración pone límites a la ejecución de los sujetos, pero que la realización del potencial completo de un sujeto en una edad dada, está afectado por factores culturales y educacionales.

Keating (1975) trabajó con 200 estudiantes de 5o. y 7o. grado, clasificados como brillantes y normales por pruebas psicométricas tradicionales (Iowa Tests of Basic Skills, ITBS). Los evaluó posteriormente en tareas piagetianas en pensamiento formal para determinar la relación entre "brillantez" y "precocidad". Administró las siguientes tareas: para medir pensamiento concreto: conservación de volumen, para medir pensamiento formal: flotación de cuerpos, equilibrio en la balanza y péndulo. Adopta un sistema de puntuaciones considerando los subestadios de Inhelder y Piaget: un punto a respuestas operacionales concretas, dos a una respuesta que implica una ruptura con una estructura operacional concreta, tres puntos a una respuesta de transición hacia pensamiento formal y 4 puntos a una respuesta operacional formal completa. Encuentra que el grupo de alumnos brillantes evidencia operaciones formales más frecuentemente que el grupo promedio de la misma edad, así, el mayor hallazgo de este estudio es que la brillantez, definida psicométricamente, implica un desarrollo cognoscitivo precoz dentro de los estadios piagetianos. Se encontró que no hubo diferencias significativas en el puntaje total en las 3 tareas de pensamiento formal entre los grupos de sujetos brillan

tes de 5o. y 7o. grado, que a su vez superaron a los sujetos promedio de dichos grados. No se encuentra un efecto significativo principal para las tareas, por lo que se supone que para esta población existe una maduración en desarrollo cognoscitivo completa; que se refleja en las estrategias cognoscitivas empleadas. A diferencia de otros estudios aquí citados, pero en concordancia con Piaget, el autor propone que existe un cambio estructural -- global en el pensamiento adolescente que se exhibe en diferentes áreas, y no con un orden particular.

Piaget postula que la evaluación de proporciones necesita -- de la comprensión de las relaciones existentes entre los números, y que esto no es posible hasta que el sujeto arriba a operaciones formales, pues ahí es cuando puede manejar lógicamente relaciones abstractas entre varios elementos; por ello, los niños pequeños, preadolescentes, fallan en la comprensión de la proporcionalidad. Esto entra en contradicción con el currículum escolar, pues como ya dijimos, desde los dos últimos grados de educación básica se enfrenta a los alumnos con problemas de proporcionalidad, como -- los de la "regla de tres". Considerando lo anterior, es de particular interés el estudio de Chapman (1975) donde se analiza el curso de desarrollo de la comprensión del niño acerca de las proporciones. En la investigación, conducida con 60 sujetos de lo., 3o., y 5o. grado de educación básica, y con universitarios, se -- les administra una variedad de tareas de juicio probabilístico -- donde se busca contrastar la comparación por cantidad (propia de pensamiento concreto) con la comparación por proporciones (propia de pensamiento formal). Los sujetos tenían que predecir, dadas una serie de mezclas específicas de elementos de dos o más clases (en este caso los colores café y amarillo) la membresía de -- clase de un elemento sacado al azar. Los sujetos que piensan -- concretamente, lo hacen seleccionando la mezcla que tiene el número o cantidad mayor de la clase designada, mientras que quien resuelve la tarea formalmente, considera la mayor proporción, es decir, selecciona la mezcla con el mayor radio o razón. Los resultados muestran que aún la mayoría de los niños de 5o. grado --

carecen de una comprensión completa de las proporciones. Se observa que al incrementar el grado escolar, aumenta el número de respuestas correctas; al analizar las respuestas y las explicaciones de los niños, se observa que hay un progreso evidente en la comprensión de las proporciones entre los 10 - 11 años (aún dentro de operaciones concretas) pero su completa comprensión sólo aparece en el periodo formal, tal como lo evidencian las respuestas de los estudiantes universitarios.

En el ya citado trabajo de Lawson (1976) sobre independencia de campo y operaciones formales, se buscaba establecer la relación entre la habilidad del sujeto de controlar variables y su habilidad de razonar empleando probabilidad, y a su vez establecer la relación entre las operaciones formales y la independencia de campo. La dos tareas empleadas fueron equilibrio en la balanza (proporcionalidad) y flexibilidad en varillas (control de variables). Con una población de 25 sujetos de 6o. grado, de edad promedio 11. 7 años, se encuentra que ambas tareas están muy relacionadas ($r = .92$ $p < .001$); y que a su vez lo están con independencia de campo: $.81$ para balanza y $.77$ para flexibilidad de varillas ($p < .001$). Cerca del 50% de los sujetos respondieron en un rango operacional concreto en ambas tareas. El mismo autor, Lawson (1977) conduce un estudio posterior con 28 sujetos de edad promedio 12.4 años, estudiantes de 7o. grado, donde administra las dos tareas mencionadas en el estudio anterior más la de combinación de sustancias químicas (combinatoria). Se encuentra de nuevo que dichas tareas se correlacionan significativamente; reportándose que cada tarea tenía aproximadamente el mismo nivel de dificultad y un alto grado de homogeneidad interna. No se encontraron diferencias por sexos.

Martorano (1977) presentó 10 tareas de pensamiento formal a una muestra de estudiantes del sexo femenino de 6o., 8o., 10. y 12o. grado escolar. Las tareas fueron: para medir el esquema de combinatoria: fichas coloreadas, sustancias químicas y permutaciones; para medir el esquema de proporcionalidad: sombras y

equilibrio en la balanza; para compensación multiplicativa: varillas y péndulo; para equilibrio mecánico: vasos comunicantes y - prensa hidráulica; y para correlaciones: correlaciones. Se encuentra que las tareas varían en un rango muy amplio en cuanto a su dificultad. Los datos indican que equilibrio en la balanza - ocupa el 3er. lugar de dificultad, siendo superada sólo por vasos comunicantes y prensa hidráulica, que en cierta manera también - implican conceptos de equilibrio y proporcionalidad, al igual -- que proyección de sombras, que ocupó el 4o. lugar. Lo anterior evidencia que las tareas que intervienen en el mismo esquema de operaciones formales son adyacentes en el continuo de puntuaciones. Se encuentra también que conforme se incrementa el grado - escolar, los puntajes de los sujetos aumentan en las tareas; sin embargo, los datos muestran que aún ni los sujetos de mayor edad evidencian consistentemente pensamiento formal en todas las tareas. Como ejemplo, sólo dos de los 80 sujetos resolvieron formalmente las 10 tareas; esto implica un bajo nivel de consistencia intraindividual y cuestiona la afirmación piagetiana de que los esquemas de operaciones formales se desarrollan concurrentemente.

Tomando como variables independientes sexo, país en que se asiste a la escuela, estatus socioeconómico y nivel de logro académico, y como variable dependiente la ejecución en una tarea de razonamiento proporcional (Paper Clips Test) y una de control de variables, Karplus, Karplus, Formisano y Paulesen (1977) trabajan con adolescentes de 13 a 15 años en 8 países: Dinamarca (399 sujetos), Suiza (280), Italia (467), Estados Unidos (1020), Austria (595), Alemania (319), Gran Bretaña (366), contándose con un número igual de hombres y mujeres. En general, se encuentran diferencias por sexos, favoreciendo a los hombres, aunque no se pudo asociar sistemáticamente esta diferencia con clase social o forma de organización escolar. Las mujeres tienden a emplear razonamientos a nivel concreto. Se consideraron 4 categorías de respuesta para la tarea de proporcionalidad: intuitiva (azarosa, -- ilógica), aditiva (se enfoca en una sola diferencia o variable),

transicional (emplea proporciones en forma parcial o incompleta) y razón (uso correcto y completo de proporciones). Los niños austriacos se distinguieron notablemente en razonamiento proporcional, pero no difirieron de los otros en control de variables. El nivel de logro general en todos los países fue similar. En Dinamarca y Alemania los sujetos empleaban muy poco el razonamiento aditivo, en comparación con los otros países, y tendían a emplear respuestas transicionales y de razón. El estatus socioeconómico y la selectividad de la escuela afectaron significativamente la ejecución de los sujetos. En una gran proporción, los niños de 13 a 15 años de los 7 países carecen de habilidad para articular razonamiento proporcional y/o control de variables, lo cual tiene importantes repercusiones educativas, pues la práctica escolar en los 7 países del estudio no considera estos aspectos dentro de los programas escolares de una forma adecuada y comprensiva.

Partiendo del postulado que el área de especialización ocupacional se relaciona con la emergencia del pensamiento formal, White y Ferstenberg (1978) administraron la tarea de la balanza a 123 estudiantes de universidad de física, química, filosofía e historia. Se encuentra que los estudiantes de áreas científicas muestran una mejor ejecución en términos de pensamiento formal que los de áreas no científicas; se encuentran también diferencias por sexos, favoreciendo a los hombres. Los resultados apoyan la idea piagetiana de que la ejecución en tareas específicas depende de la familiaridad con el contenido verbal del problema y los "intereses vitales" del sujeto.

En Grecia, Demetriou y Efklides (1979) condujeron una investigación con mujeres y hombres de 27 a 30 años, clasificados como "educados" (con estudios a nivel superior, sin entrenamiento especial en física) y "no educados" (agricultores, técnicos, amas de casa, pintores, peinadores), contándose con 29 y 19 sujetos respectivamente en dichos grupos. Se les administraron las tareas de la balanza, combinación de líquidos y conservación

de movimiento. Se encuentra que los factores sexo y educación son muy importantes en relación al logro del pensamiento formal: los hombres superan a las mujeres al igual que el grupo de mayor educación al de menor educación. En relación a la tarea de la balanza, se encontraron dos enfoques diferentes, uno correspondiente a los sujetos educados que se referían usualmente a su conocimiento escolar en el establecimiento de relaciones de proporcionalidad directa e inversa considerando el peso, la distancia y la altura; probaron ser capaces de manejar estas relaciones "en su cabeza", y de establecer verbalmente su comprensión de la tarea, sin apoyarse en manipulaciones actuales. El otro enfoque correspondió a los sujetos no educados, que se apoyaban en su experiencia cotidiana recordando principalmente situaciones de peso, o recordando el juego del balancín o sube y baja, mostrando una comprensión empírica de las relaciones involucradas, probándolas con manipulaciones actuales, pero siendo incapaces de expresarlas verbalmente en reglas de proporcionalidad. En esta investigación, los sujetos fueron clasificados considerando los subestadios descritos por Piaget, y los resultados se interpretan con base en el grupo INRC, aún cuando los datos no apoyan el supuesto piagetiano de que la presencia de una de las propiedades del mencionado grupo predice la presencia y estatus de las otras.

Linn y Swiney Jr. (1981) investigaron algunas diferencias individuales relacionadas con pensamiento formal. Encontraron, con una población de sujetos de 17 años, que juegan un papel importante las actitudes, las expectativas sobre las reglas que gobiernan la tarea y la dependencia-independencia de campo. En el estudio se incluye, como una de las tareas, una versión de "lápiz y papel" de la tarea de la balanza, donde se evalúa ésta empleando una prueba de selección múltiple con 16 items. Cada item incluía un dibujo de una balanza con pesos a distancias específicas del fulcro. Los sujetos tenían que indicar qué combinaciones producían equilibrio. Se presentaron dos tipos de items: estándar (con un peso en cualquier lado de la balanza) y complejos (con --

dos pesos en al menos un lado de la balanza). Los autores reportan que los sujetos ejecutaron muy bien en la prueba de equilibrio en la balanza; en promedio, 77% de los problemas de razonamiento proporcional fueron resueltos correctamente; se encuentra que la mayoría de los errores son en items complejos, donde el sujeto respondía considerando sólo peso. Se correlacionó razonamiento proporcional con algunos tests y subtests de pruebas psicométricas ampliamente conocidas; algunos datos interesantes son los siguientes: para la correlación de la balanza con la prueba de Raven (.37); con los siguientes subtests de la prueba de WAIS: Información (.65), Vocabulario (.57), Completamiento de Figuras (.49), Similitudes (.44), Aritmética (.37); con la prueba Terman Concept Mastery (.50). En general, los datos de este trabajo -- contradicen la hipótesis de que el razonamiento formal mide una única dimensión de habilidad, y se sugiere la identificación de las diferentes habilidades específicas involucradas en el mismo.

INVESTIGACION

Resumen

Se trabajó con 44 estudiantes de licenciatura en Psicología de edad promedio 23 años y nivel socioeconómico medio. Los objetivos fueron: a) determinar las reglas que empleaban los sujetos al resolver la tarea piagetiana de pensamiento formal equilibrio en la balanza, b) ubicar a los sujetos en los estadios del desarrollo planteados por Piaget, c) diseñar y conducir experiencias para la inducción de reglas complejas, y d) determinar la transferencia a una tarea análoga. Se encontró que la mayoría de los sujetos resolvían la tarea a nivel de pensamiento operacional -- concreto avanzado, y sólo uno lo hacía formalmente. Se observó que diferentes experiencias de interacción libre sujeto-aparato (Observación, Experimentación y la combinación de ambas) no conducían a resolver la tarea a nivel formal. Cuando se sometió a una submuestra (n=8) a un entrenamiento guiado y sistemático -- (empleando control de variables, codificación y autorregistros) se logró el descubrimiento del esquema de proporcionalidad inversa subyacente y se resolvió la tarea a nivel formal. Asimismo, los sujetos resolvieron exitosamente la tarea de transferencia -- (proyección de sombras) posterior al entrenamiento.

INVESTIGACION

Planteamiento del Problema.

Como puede concluirse a partir de la revisión de estudios reportados sobre pensamiento formal, no parece haberse confirmado universalmente la emergencia de todas las operaciones formales tal como las caracteriza Piaget, en los años iniciales de la adolescencia, y más bien parece existir una serie considerable de variables relacionadas con la adquisición de dichas operaciones (escolaridad, sexo, nivel socioeconómico, área de especialización, cultura, etcétera). Esto parece conducirnos a la necesidad de diferenciar los niveles de ejecución de un sujeto (conocimiento existente, forma presente en que enfoca una tarea) de sus niveles de competencia (habilidades potenciales, susceptibles de emerger y mejorar con entrenamiento). Considerando, asimismo, que no se ha caracterizado plenamente cómo se manifiestan estos niveles de ejecución y competencia en poblaciones escolares mexicanas al enfrentarse a tareas de pensamiento formal, ni se ha determinado si es posible modificarlos por procedimientos de entrenamiento, la presente investigación se aboca a estudiar esta problemática, teniendo como objetivos principales los siguientes:

1. Determinar las reglas (de acuerdo a Siegler) que emplean un grupo de estudiantes de licenciatura en la resolución de la tarea piagetiana de proporcionalidad: el equilibrio en la balanza.
2. Ubicar a los sujetos en diferentes niveles de pensamiento considerando los estadios y subestadios planteados por Jean Piaget para la mencionada tarea.
3. Determinar qué tipo de experiencias y situaciones de entrenamiento facilitan o inducen en el sujeto la adquisición de reglas más complejas para la resolución de la tarea de la balanza.
4. Determinar si los sujetos que logran resolver satisfactoriamente la tarea de la balanza mediante entrenamiento, pueden -

transferir las reglas adquiridas en la resolución de otra tarea piagetiana de proporcionalidad: la proyección de sombras.

5. Proponer lineamientos para la aplicación de los hallazgos del presente estudio a las situaciones escolares comunes a la población estudiada, en el sentido de vincular las características del pensamiento de los educandos con los procesos curriculares de enseñanza aprendizaje.

Diseño.

Considerando las diferentes fases en que se desarrolló la investigación, se emplearon dos diseños. En primer término, se empleó un diseño Split Plot Factorial o Diseño de Parcelas Divididas, SPF (Kirk, 1968), que considera medidas repetidas. Este diseño es apropiado para experimentos que presentan, además de los supuestos generales de un AVAR, las siguientes condiciones:

1. dos o más tratamientos, con cada tratamiento teniendo dos o más niveles, esto es, p niveles de A, que se designa como el tratamiento entre bloques o de medidas no repetidas, y q niveles de B, que se designa como el tratamiento intra-bloque, o de medidas repetidas, donde p y q deben ser mayores o iguales a dos. En nuestro caso, $p=4$ y $q=2$.

2. el número de combinaciones de niveles de tratamiento es mayor que el número deseado de observaciones dentro de cada bloque.

3. Si se obtienen medidas repetidas de los sujetos, cada bloque contiene un solo sujeto. Si no se obtienen medidas repetidas de los sujetos, cada bloque contiene q sujetos.

4. para el caso de mediciones repetidas, p muestras de n - sujetos cada uno de una población de sujetos, se asignan aleatoriamente a los niveles de tratamiento no repetido (A). La secuencia de administración de los niveles de tratamiento repeti-

dos, en combinación con un nivel de tratamiento no repetido, se aleatoriza independientemente para cada bloque. Una excepción a este procedimiento se hace cuando la naturaleza del tratamiento repetido excluye la aleatorización del orden de presentación.

5. para el caso de medidas no repetidas, p muestras de n bloques de sujetos de una población de sujetos, se asignan aleatoriamente a los niveles de tratamiento A. Después de esto, -- los niveles de tratamiento B se asignan aleatoriamente a los c sujetos dentro de cada bloque (Kirk, 1968, p. 245).

Dado que en la primera parte del experimento se requerían mediciones repetidas para dos tratamientos (pruebas y tipos de problemas de la balanza), el diseño específico empleado fue el SPF p. qr. En nuestro caso, se tenía un tratamiento A entre bloques o de mediciones no repetidas (tipo de experiencia sobre la balanza que reciben los sujetos) y dos tratamientos, B y C, intrabloques (pruebas y tipos de problemas). El diseño requiere de np muestras de sujetos que son asignados aleatoriamente el tratamiento A, con n sujetos (bloques) en cada nivel. La secuencia de administración de las combinaciones del tratamiento BC - dentro dentro un bloque np se aleatoriza independientemente para cada sujeto. En forma esquemática, este primer diseño fue - el siguiente:

Variable A: Tipos de Experiencia a_1 Experimentación
 a_2 Observación
 a_3 Observación-Experimentación
 a_4 Control

Variable B: Pruebas b_1 Pretest
 b_2 Postest de Selección

Variable C: Tipos de Problemas de la Balanza

- c₁ Balanza
- c₂ Peso
- c₃ Distancia
- c₄ Conflicto peso
- c₅ Conflicto distancia
- c₆ Conflicto Balanza

DISEÑO SPF 4. (2) (6)

	b ₁	b ₂
	Ss	c ₁ , c ₂ c ₆
a ₁	1 . .	
a ₂	. .	
a ₃	. . .	
a ₄	. N	

El diseño a emplear en la segunda parte de la investigación, fue el Block Randomized Factorial o Diseño de Bloques Aleatorizados RBF p.q. Para este diseño, habrá un bloque de sujetos que reciben entrenamiento, y dos variables de medidas repetidas: A (pruebas) y B (tipos de problemas de la balanza). El diseño requiere, de acuerdo a Kirk (1968) que los sujetos reciban todas las combinaciones de tratamiento ab; que el orden de administración de las combinaciones pq se aleatorice para cada sujeto de manera indepen

diente, excepto cuando la naturaleza de los tratamientos lo imposibilite y que mantengan los supuestos básicos del AVAR. En el caso de la presente investigación, la variable A, es decir - pruebas, asumió tres valores: a_1 Pretest, a_2 Postest de Selección y a_3 Postest Final. Los valores para la variable B, fueron los mismos seis que se anotan en el diseño anterior para -- los tipos de problemas de la balanza. El arreglo esquemático - del diseño, fue el siguiente:

DISEÑO RBF 3.6

	a_1	a_2	a_3
	$b_1 \dots\dots\dots b_6$	$b_1 \dots\dots\dots b_6$	$b_1 \dots\dots\dots b_6$
S_1			
.			
.			
.			
S_n			

Variables

Las variables independientes manipuladas en el estudio fueron, por una parte, el tipo de experiencia recibida por el sujeto (Observación, Experimentación, Observación-Experimentación, Sin experiencia o Control), en la primera parte de la investigación, y por otra, sólo para un grupo restringido de la muestra total, el entrenamiento dirigido en inducción de reglas, que se condujo durante la segunda parte del estudio.

Como variables dependientes principales se tomaron las respuestas de los sujetos a los seis diferentes tipos de problemas de la balanza y los razonamientos asociados a las mismas; dichas respuestas se recabaron en los instrumentos denominados Pretest, Postest de Selección y Postest Final. Las mencionadas respuestas y razonamientos reflejan a su vez el tipo de regla manejado por un sujeto e indican, en consecuencia, el estadio cognosciti

vo en que se ubica. Adicionalmente, se evaluó la capacidad de transferencia de los sujetos a una tarea análoga de proporcionalidad.

Método

Sujetos

Los sujetos participantes en la investigación fueron 44 estudiantes de licenciatura en Psicología de la UNAM que cursaban el 8o. semestre dentro del Area de Psicología Educativa, durante el semestre lectivo 83/2.

La edad promedio de los alumnos era de 23 años, 37 del sexo femenino y 7 del sexo masculino. Aun cuando no se tomaron medidas específicas al respecto, se considera que los alumnos pertenecen en su mayoría a un nivel socioeconómico medio.

No obstante sus estudios en Psicología, todos desconocían la tarea experimental empleada.

Los sujetos fueron seleccionados, por una parte, por su edad, dado que interesaba trabajar con personas que (al menos teóricamente) pudieran ubicarse en el estadio de las operaciones formales ya consolidadas, de acuerdo a Piaget, y por otra, por las facilidades de acceso a este grupo de alumnos, pues se requerían varias sesiones y tiempo considerable para el completo desarrollo de la investigación.

Procedimiento de Selección de los Sujetos: Los alumnos seleccionados provenían de un grupo matutino y uno vespertino del Area de Psicología Educativa. Para la formación de los grupos de tratamiento, se aplicó el Pretest sobre problemas de la balanza a la totalidad de los sujetos; se calificaron sus respuestas y se descartó a los sujetos inconsistentes y a los que no completaron la tarea (4 sujetos). Los sujetos restantes fueron asignados a los grupos de experiencias, empleando un procedimiento com

binado de apareamiento y aleatorización simple; es decir, se ordenaron los sujetos con base en su puntaje en el Pretest (de mayor a menor) y se fueron asignando de cuatro en cuatro aleatoriamente, a los 4 grupos de experiencias. Esto se hizo con la finalidad de formar grupos homogéneos respecto a su ejecución inicial en la tarea de la balanza. Así, quedaron formados los siguientes grupos: 11 sujetos al grupo de Observación, 11 sujetos al -- grupo de Experimentación, 11 sujetos al grupo de Observación-Experimentación y 11 sujetos al grupo Control.

Escenario.

La investigación tuvo lugar en los salones de clases de la Facultad de Psicología a que asistían los alumnos y en el cubículo de la investigadora. Se considera que dichos escenarios reúnen condiciones de iluminación, espacio, mobiliario y ventilación adecuadas; y que los posibles factores distractores o ruido permanecieron constantes a lo largo del trabajo, no considerándose que influyeran significativamente.

Materiales.

Los materiales e instrumentos empleados en el estudio fueron los siguientes:

1. Balanza con pesos
2. Instrumentos de evaluación
 - 2.1 Pretest inicial
 - 2.2 Postest de selección
 - 2.3 Postest final
3. Protocolos para las evaluaciones
4. Protocolos para las experiencias
5. Formato de entrevista
6. Formato de precurrentes
7. Formato de entrenamiento
8. Material para la prueba de transferencia.

1. Balanza con pesos: la balanza empleada se muestra en la figura 1. A cada lado del fulcro o punto de apoyo se encuentran los brazos izquierdo y derecho del aparato, cada uno con 5 pijas en las cuales podían encajarse discos de madera que funcionaban

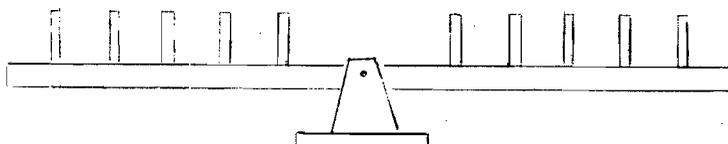


FIGURA I.

como pesos, de tal forma que al colocarse éstos, la balanza podía descender hacia la derecha, hacia la izquierda o mantenerse en -- equilibrio. La balanza y los pesos eran de madera, teniendo las siguientes dimensiones: la longitud total del brazo de la balanza era de 43 cms., correspondiendo 3 cms. al espacio abarcado por el fulcro y 20 cms. a cada brazo. La distancia entre las pijas era de 3.5 cms., la altura del fulcro a la base de 7.5 cms. Los discos de madera tenían todos el mismo peso, un orificio en el centro para poder encajarse en las pijas, un diámetro de 3 cms. y un grosor de 7 mm.

2. Instrumentos de evaluación:

Los instrumentos de evaluación se elaboraron considerando las 4 reglas y los 6 tipos de problemas que plantea Siegler (ver capítulo III).

2.1 Pretest: consistió en un conjunto de 24 problemas, 4 de cada uno de los 6 tipos propuestos por Siegler. La presentación de los problemas fue aleatoria, quedando clasificados como sigue:

Número de Problema				Tipo.
1	3	11	8	I Balanza (B)
16	12	2	20	II Peso (P)
9	10	21	22	III Distancia (D)
4	13	18	24	IV Conflicto peso (CP)
5	15	19	23	V Conflicto distancia (CD)
6	7	14	17	VI Conflicto balanza (CB)

En el apéndice no. 1 se muestra el instrumento completo, los arreglos presentados, la respuesta correcta y el tipo de problema.

2.2 Postest de selección: consistió en los mismos 24 problemas del pretest, presentados aleatoriamente en un orden diferente:

Número de Problema				Tipo.
6	9	15	17	I
2	11	12	21	II
4	7	13	20	III
1	10	14	19	IV
2	16	23	24	V
5	8	18	22	VI

En el apéndice no. 2 se encuentra el instrumento completo.

2.3 Postest final: también se formó con los 24 problemas diseñados para el pretest y el postest de selección, y nuevamente el orden de presentación (determinado al azar) fue diferente:

Número de Problema				Tipo.
4	5	14	22	I
13	15	21	23	II
8	10	16	24	III
3	7	11	19	IV
2	12	18	20	V
1	6	9	17	VI

En el apéndice no. 3 se encuentra el instrumento completo.

3. Protocolos para las evaluaciones: Debe aclararse que - los protocolos desarrollados en la investigación tenían como finalidad uniformar los procedimientos empleados, pero que permitían variaciones razonables dependiendo de la interacción que - pudiera establecerse entre el experimentador y el sujeto, eviitando caer en una estandarización rígida y tratando de explorar en todo momento los razonamientos e ideas de los sujetos.

Con respecto al protocolo para las evaluaciones, se diseñó a manera de guía un formato donde se asentaban los datos de identificación del sujeto, y se enlistaban 24 espacios para que el sujeto respondiera a cada uno de los problemas planteados en -- las evaluaciones. Se consideró que el formato debería de ser - sencillo y dar la posibilidad de que el sujeto diera sus razonamientos lo más libremente posible. Este protocolo se empleó pa- ra las tres evaluaciones, para la prueba de transferencia (don- de se contestaron 12 problemas) y para las experiencias (donde se contestaron 18 problemas). Ver apéndice no. 4.

4. Protocolos para las experiencias:

4.1 Para la experiencia de Observación: se desarrolló un - conjunto de 18 problemas: 2 del tipo I, 2 del II, 2 del III y 4 de cada uno de los conflictos. Los problemas se presentaron en orden de dificultad y fueron los siguientes:

Número de Problema				Tipo
1	2			I
3	4			II
5	6			III
7	8	9	10	IV
11	12	13	14	V
15	16	17	18	VI

Consultar apéndice no. 5 donde se presenta el instrumento.

4.2 Para la experiencia de Experimentación: Dado que aquí el sujeto planteaba libremente los arreglos, sólo se elaboró un formato donde el experimentador registraba los arreglos hechos por el sujeto. Dicho formato contiene 18 esquemas de la balanza. Ver apéndice no. 6.

4.3 Para la experiencia de Observación-Experimentación: se desarrollaron 9 problemas de la balanza: 1 del tipo I, 1 del tipo II, 1 del tipo III, y dos de cada uno de los tipos de conflicto, presentándose en orden de dificultad por tipo de problema.

Adicionalmente, se presentaron 9 arreglos libres, empleando un formato similar al de la experiencia de experimentación. Ver apéndice no. 7.

5. Formato de entrevista: consistió en un conjunto de 10 tópicos generales cuya finalidad era determinar las estrategias de los sujetos en la solución de la tarea, sus ideas y dudas principales, explorar algunos aspectos motivacionales y determinar qué conocimientos o experiencias previas estaba empleando el sujeto. Dependiendo de las respuestas de los sujetos, las preguntas se ampliaban o modificaban. Ver apéndice no. 8.

6. Formato para evaluación de precurrentes: Para evaluar los conceptos y principios precurrentes que subyacen a la balanza en los campos de la física mecánica y la proporcionalidad matemática, se presentó a los sujetos, por una parte, un conjunto de nociones en enunciados sencillos, evitando en lo posible términos técnicos, donde debería decidirse acerca de la veracidad o falsedad de la afirmación y dar sus razonamientos (reactivos 1 al 9). Por otra parte, se presentaron preguntas de selección de opciones (10 al 14) y dos problemas matemáticos de proporcionalidad, directa e inversa (15 y 16). Los conceptos precurrentes contenidos en estos reactivos fueron los siguientes:

- concepto de peso
- concepto de fuerza
- equilibrio

- desequilibrio
- balanza como un subgrupo de palancas
- balanza como una máquina simple
- concepto de proporcionalidad
- proporcionalidad directa
- proporcionalidad inversa
- algoritmo aritmético de proporcionalidad directa
- algoritmo aritmético de proporcionalidad inversa

También se seleccionó un subgrupo de reactivos de la prueba Diferential Aptitude Tests (DAT) o Prueba de Aptitud Diferencial de Bennet, Seashore y Wesman (1947). Se eligieron 15 reactivos del subtest de Razonamiento Mecánico, que evalúan a un nivel más bien aplicado, no teórico, conceptos y nociones de física mecánica que también se aplican a la balanza (puntos de apoyo, brazo de palanca, fuerza, resistencia, máquinas simples, equilibrio-des-equilibrio). Los reactivos seleccionados fueron: 3, 5, 9, 11, 12, 14, 20, 21, 23, 31, 34, 37, 52, 54 y 66. Ver apéndices Nos. 9 y 10.

7. Formato para entrenamiento: Para propiciar un control sistemático de los arreglos de la fase de entrenamiento en inducción de reglas complejas, se presentó un formato de autorregistro, donde el sujeto, con ayuda del experimentador, codificaba los arreglos en un esquema de la balanza, registraba las variaciones en peso y distancia, predecía el resultado, daba sus razonamientos y enunciaba la regla asociada. Ver apéndice no. 11.

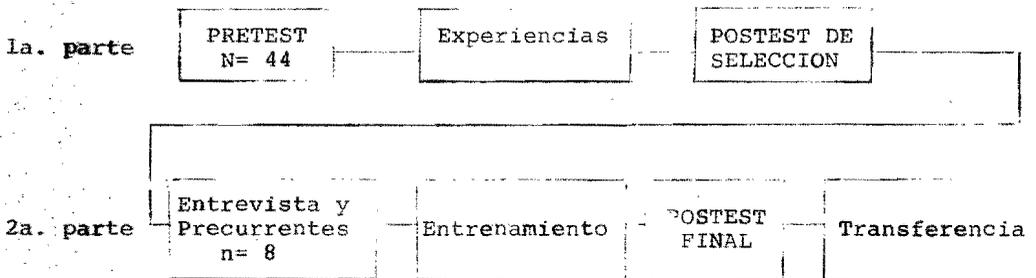
Se diseñó también un conjunto de 40 problemas de la balanza, que se presentaban según su pertinencia, en el entrenamiento. Se diseñaron 5 de cada uno de los siguientes tipos: I, II, III, IV y V; y 10 del tipo VI.

8. Material para la prueba de transferencia: Dado que se aplicó una prueba de proyección de sombras para medir transferencia, se utilizaron los siguientes materiales: 1 cartulina blanca o pantalla, 1 linterna de mano, 2 tiras de cartón de 60 cms. de largo

por 15 de ancho, con indicaciones cada 10 cms., 8 círculos de cartulina (dos de cada uno de los siguientes diámetros: 5, 10, 15 y 20 cms.). Se diseñaron 12 problemas de proyección de sombras análogos a los de la tarea de la balanza. Ver apéndice no. 12.

Procedimiento.

Se procuró que el desarrollo de la investigación fuera lo más uniforme posible en relación a los procedimientos de trabajo con los sujetos del experimento, manteniéndose constantes -- las instrucciones, formas de presentación del material, el número y tipo de sesiones; sin embargo, como ya se mencionó en la sección precedente, podía haber variantes dependiendo de la interacción del sujeto con el experimentador y el material. Dadas las características de los horarios escolares y por la disponibilidad de tiempo de los alumnos, no fue posible lograr que los lapsos de tiempo entre la presentación de una fase experimental y la siguiente fueran siempre los mismos. Las fases experimentales en las que se desarrolló la investigación fueron las siguientes:



Fase I Pretest: En esta fase se aplicó el Pretest descrito en el apartado de materiales. Se presentaron los arreglos en la balanza a los alumnos, y se les pidió que indicaran (predijeran) hacia dónde debería moverse la balanza; a la derecha, la izquierda o si debía permanecer en equilibrio, debiendo explicar el por qué. No hubo retroalimentación ninguna, es decir, ni el experi-

mentador les decía si su respuesta era correcta, ni observaban el resultado en la balanza, pues esta se detenía de tal forma - que no fuera visible el efecto. El registro de las respuestas - del sujeto y de sus razonamientos, se hizo en el protocolo antes descrito.

Con base en los resultados del Pretest, se formaron los -- grupos de tratamiento: Observación, Experimentación, Observa- - ción-Experimentación y Control, cada uno con 11 sujetos, siguien do los procedimientos de selección ya descritos en el apartado correspondiente.

Fase II Experiencias: En esta fase se ofrecieron a los sujetos diferentes tipos de experiencias para la comprensión de - los problemas de la balanza.

Se diseñaron estas experiencias para permitir a los sujetos enfrentarse a diferentes situaciones de interacción con la balan- za, aunque no se consideran fases de entrenamiento dirigido y de tallado propiamente dichas (de ahí que se denominen "experien- - cias"). Tenían como objetivo determinar si el sujeto es capaz - de inducir reglas más complejas a partir de la sola experiencia en la situación, basada en la interacción sujeto-aparato y a par- tir de la retroalimentación que obtuviera para sus predicciones.

Las experiencias consistieron en lo siguiente:

Experiencia de Observación: El experimentador presentó a los sujetos de este grupo un conjunto de 18 arreglos, correspondien- - tes a los diferentes problemas de la balanza, siendo un número ma- yor de estos los de conflicto (ver apartado correspondiente en la sección de materiales). Se consideró importante presentar los -- problemas por tipos y en orden creciente de dificultad, con la in- tención de que el sujeto captara por sí mismo, sin que el experi- mentador lo explicitara, que había diferentes situaciones proble- ma y que diferían en dificultad, y explorar aún la posibilidad de que él mismo concientizara cuáles situaciones podía resolver sa- - tisfactoriamente y cuáles aún no. Al presentarse el arreglo, se

pedía al sujeto que proporcionara su predicción y razonamiento - asociado, y acto seguido, el experimentador soltaba la balanza y el sujeto podía observar el resultado, viendo hacia dónde descendía el aparato; por supuesto, no podía corregir la respuesta dada en el protocolo, aún cuando suponemos que sí podía corregir o verificar las hipótesis e ideas que mentalmente ya tenía sobre el funcionamiento de la balanza.

Experiencia de Experimentación: En ella, se permitía al sujeto que libremente observara y manipulara la balanza, dándosele la oportunidad de proponer él mismo 18 arreglos en la balanza, - distribuyendo como quisiera pesos y distancias, con la única restricción de sólo emplear una pija a la vez en cada brazo para colocar los pesos. El experimentador detenía la balanza hasta que el sujeto completaba el arreglo y hacía su predicción, soltándola posteriormente para que viera el efecto. A su vez, el experimentador registraba en el formato correspondiente, los arreglos - que hacía el sujeto.

Experiencia de Observación-Experimentación: Este grupo recibió una combinación de las dos situaciones anteriores: primero - se presentaba a los sujetos un grupo de 9 arreglos de observación, siguiendo el procedimiento descrito para dicha experiencia, y posteriormente podían realizar 9 arreglos libres en las condiciones descritas para la experimentación.

Como puede observarse, los tres grupos recibieron un total - de 18 arreglos sobre problemas de la balanza.

Se contó con un grupo Control, el cual no recibió ninguna de las experiencias descritas, sino que únicamente pasó por las fases de evaluación.

Fase III Posttest de Selección: Al finalizar la fase de experiencias, se administró a los sujetos el Posttest de Selección -- con 24 problemas ya descrito; en dicho posttest, el alumno debía hacer su predicción, dar su razonamiento sobre los problemas pre

sentados, sin que recibiera ningún tipo de retroalimentación.

De acuerdo a los hallazgos reportados por Siegler e Inhelder y Piaget (ops.cit.) se esperaba que sólo una porción muy pequeña de la población sometida a estas experiencias lograra inducir la regla IV, es decir, que resolviera la tarea empleando pensamiento formal con base en un procedimiento cuantitativo. Debido a ello, se conformó una situación experimental subsecuente que tenía por objeto guiar el descubrimiento explícito de los principios que rigen el funcionamiento de la balanza. Para conformar esta fase, se seleccionaron dos alumnos entre los participantes de cada uno de los grupos de experiencias anteriormente descritos. Estos sujetos no deberían haber logrado inducir la regla IV a partir de las experiencias anteriores. Se seleccionó sólo una proporción pequeña de sujetos (8 en total) dada la necesidad de un entrenamiento detallado, que al requerir un mayor número de sesiones y de tiempo, con una interacción aún más individualizada, impide el trabajo con grupos grandes.

Antes del entrenamiento propiamente dicho, se condujo una entrevista y se evaluaron precurrentes:

Fase IV Entrevista: Se condujo una entrevista individual con cada uno de los 8 sujetos que participaron en el entrenamiento y con los sujetos que lograron previamente inducir la regla IV, -- por considerarse casos de interés especial. Como ya se apuntó en el apartado de materiales, en esta entrevista se buscaba explorar las estrategias seguidas para solucionar la tarea, las reglas que ya había formulado el sujeto, y el grado de interés y dificultad que asociaba a la tarea. Fue de particular interés tratar de indagar los conocimientos previos que estaban empleando los alumnos, y los casos en que pensaban podían aplicarse los conocimientos subyacentes al funcionamiento de la balanza. A -- partir de esta información se dirigía en gran medida el entrenamiento, enfatizando los conocimientos e ideas de cada sujeto y tratando de enfrentarlo a sus propias dudas y contradicciones pa

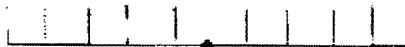
ra que pudiera resolverlas.

En esta sesión, también se evaluaban las precurrentes de la tarea es decir, los conceptos y principios que subyacían a su funcionamiento. La guía para conducción de esta evaluación, se describió en el apartado de materiales correspondiente.

Fase V Entrenamiento: En esta fase se trabajó siempre individualmente con los sujetos. La finalidad del entrenamiento, era por una parte, hacer que el sujeto recapitulara y enunciara los aspectos principales (variables) que determinan el funcionamiento de la balanza, así como las regularidades subyacentes al mismo. Esto permitiría al sujeto ir descubriendo las reglas que aún no manejaba y concientizando las que ya empleaba; de tal forma que se consideró importante (y se enfatizó) la capacidad del sujeto de manifestarlas de manera conciente y verbalizarlas con los términos apropiados. En el entrenamiento se consideró la información recabada en la fase de entrevista y evaluación de precurrentes, para ir adaptando dicho entrenamiento a cada sujeto, aún cuando se trató de desarrollar objetivos similares con todos los participantes y un procedimiento de entrenamiento general.

Se delimitaron los objetivos particulares del entrenamiento que todo sujeto debería alcanzar. En cada arreglo que se le presentó en el entrenamiento, el sujeto debía:

1o. codificarlo en términos de peso y distancia en un diagrama como el siguiente:



2o. indicar si los pesos y distancias son iguales o diferentes en cada brazo del aparato. Esto permitió posteriormente al sujeto que planteara las condiciones de variación de peso y distancia que son las que determinan los diferentes tipos de problemas.

3o. indicar cómo se dan las variaciones de unos arreglos a

otros en términos de pesos y distancias bajo condiciones de igualdad o desigualdad en ambos brazos de la balanza.

4o. indicar en qué momento las variaciones en los arreglos - conducen a variaciones en el tipo y dificultad de los problemas.

5o. en los arreglos presentados, predecir hacia dónde debe - irse la balanza, considerando las condiciones de igualdad o desigualdad de peso y distancia.

6o. identificar tipos diferentes de problemas en la balanza.

7o. una vez presentada una serie de problemas del mismo tipo, enunciar la regla que subyace a dichos problemas. El enunciado - debía especificar: condiciones (igualdad o desigualdad de pesos y distancias) y resultante (equilibrio o desequilibrio; para este - último, indicar qué factor decide el resultado).

8o. proponer arreglos propios que corroboraran las reglas -- planteadas por él mismo.

9o. elaborar, con ayuda del experimentador, un cuadro de 2x2 donde sintetice las generalidades descubiertas y las reglas aso-- ciadas. El cuadro "modelo" es el siguiente:

		PESOS	
		IGUALES	DIFERENTES
DISTANCIAS	IGUALES	Equilibrio regla 1	Desequilibrio regla 2
	DIFERENTES	Desequilibrio regla 3	Equilibrio o Desequilibrio

10o. identificar la tarea de la balanza como un problema de proporcionalidad inversa, y resolver los diferentes arreglos cuan-- tificando los valores peso y distancia y aplicando el algoritmo -

correspondiente. En este punto, se buscará la relación con las nociones de equilibrio-desequilibrio y proporcionalidad que el sujeto ya resolvió en precurrentes.

llo. generalizar el procedimiento ($P \times D = P' \times D'$) para todos los tipos de problemas descritos.

Se iniciaba el entrenamiento recapitulando algunos puntos ya tocados en la entrevista, específicamente se recordaba que las variables importantes en la solución de la tarea eran el peso y la distancia, los cuales podían asumir diferentes valores y determinar en consecuencia cambios en las condiciones de equilibrio y desequilibrio. Se decía a los sujetos que el objeto de este entrenamiento es que les quedaran claras las reglas que subyacían al funcionamiento de la balanza y que pudieran determinar los distintos tipos de problemas existentes. A partir de aquí, se les fueron presentando a los sujetos los arreglos descritos para el entrenamiento (ver sección de materiales). Debe mencionarse que dependiendo del grado de avance del sujeto, era el número de arreglos de cada tipo que se le presentaba, pudiendo retomar arreglos ya hechos a petición del sujeto o a consideración del experimentador.

En cada uno de los arreglos, el sujeto llevó un autorregistro de acuerdo al formato ya descrito en la sección de materiales, en donde el sujeto asentaba las condiciones del arreglo, es decir, si los pesos y las distancias eran iguales o diferentes a cada lado de la balanza; indicaba también las variaciones de unos arreglos a otros y las variaciones entre tipos de problemas; predecía el resultado y daba su razonamiento, para enunciar la regla asociada después de haberse presentado un cierto número de problemas del mismo tipo. Una vez establecida la regla apropiadamente, el sujeto hacía 1 ó 2 arreglos propios donde la verificaba. En los ensayos se enfatizó la necesidad de que los arreglos se hicieran estrictamente en términos de las condiciones planteadas en el enunciado para que el resultado fuese el esperado.

Para la mayoría de los sujetos del entrenamiento fue posible establecer de manera rápida y comprensible las primeras tres reglas, aplicables a las situaciones de balanza, peso y distancia; estableciéndolas en los siguientes términos (el enunciado variaba en cuanto a la redacción y estilo personal del sujeto, pero el contenido era el mismo):

- 1o. "Dos pesos iguales a distancias iguales se equilibran".
- 2o. "Dos pesos desiguales a distancias iguales no se equilibran, descendiendo el brazo donde hay más peso.
- 3o. "Dos pesos iguales a distancias desiguales no se equilibran, descendiendo el brazo donde hay más distancia a partir del centro (fulcro)".

En este punto, se instó a los sujetos a elaborar el cuadro de dos entradas que se menciona en el objetivo de entrenamiento número 9; a través de dicho cuadro, el sujeto controlaba las posibilidades de variación de pesos y distancias en cuanto a condiciones de igualdad o desigualdad, pudiendo determinar para cada una de ellas la resultante, en términos de equilibrio o desequilibrio e identificando cuál de las reglas ya enunciadas era aplicable en cada caso. A partir de este cuadro, se enfrentaba a los sujetos a los problemas de conflicto, que dan cuenta de la cuarta situación planteada en el cuadro, para la cual aún no establecían una regla, aunque sabían que, dependiendo del arreglo particular, podía haber equilibrio o desequilibrio.

Es conveniente aclarar que la secuencia de los arreglos se determinó en relación a la complejidad del tipo específico de problema presentado, a la regularidad subyacente al mismo y a la regla por verbalizar y/o descubrir. La secuencia de presentación fue: problemas de balanza, de peso, de distancia, de conflicto - balanza, de conflicto peso y conflicto distancia. Como puede observarse, se invirtió el orden dado por Siegler, quien ubica a los problemas de conflicto balanza al final de la secuencia; pero dado que en dichos problemas es más evidente la posibilidad -

de compensar los efectos de peso y distancia planteando arreglos "simétricos", se consideró apropiado presentar dichos problemas a los sujetos antes de los de conflicto peso y conflicto distancia. Esto tuvo también la finalidad de que el sujeto considerara la posibilidad de emplear procedimientos de cuantificación para resolver los problemas, asignando valores numéricos a las variables peso y distancia. Para tratar de inducir al sujeto a emplear un sistema de cuantificación, una vez elaborado el cuadro descrito, y una vez resueltos los problemas de conflicto balanza, se retomaba el problema del "sube y baja" que el sujeto había resuelto en la situación de precurrentes, y que involucra proporcionalidad inversa; se establecía una analogía entre este problema y la balanza y en ambos se llegaba a que el sujeto explicara que eran problemas de proporcionalidad inversa y que podían resolverse por el algoritmo correspondiente. De hecho, para todos los sujetos fue posible descubrir esta relación, aún cuando no todos recordaban el algoritmo exacto; dado que nuestro interés principal se centraba en la comprensión del problema, más que en la aplicación mecánica del algoritmo, se permitió que los sujetos que no recordaban este último, lo establecieran por ensayo y error haciendo manipulaciones numéricas con los valores. A partir de este momento, el entrenamiento se enfocó a que los sujetos resolvieran por proporcionalidad inversa diversos problemas y a que generalizaran los procedimientos de cuantificación descubiertos a todos los tipos de problemas.

Fase VI Posttest Final: al terminar el entrenamiento, se aplicaba a los sujetos el posttest final de 24 reactivos descrito en la sección de materiales, donde no se ofrecía retroalimentación a las respuestas.

Fase VII Transferencia a otra tarea: La comprensión de un esquema operatorio formal implica no sólo la resolución satisfactoria de una tarea específica, sino la posibilidad de solucionar un amplio rango de problemas similares para los que el esquema empleado sea pertinente. En el presente estudio se consideró re

levante evaluar la capacidad de transferencia que los sujetos que dominaron la tarea de la balanza podían manifestar en una tarea de proporcionalidad análoga. Para tal efecto, se seleccionó la tarea piagetiana de proyección de sombras (Inhelder y Piaget, - - 1972, cap. XIII); la cual también requiere de un manejo de esquema de proporcionalidad. Sin embargo, mientras que las proporciones en la tarea de la balanza corresponden a un modelo de equilibrio físico, las proporciones para la tarea de proyección de sombras "tienen un carácter esencialmente geométrico, y traducen las relaciones entre las distancias y los diámetros en un fenómeno físico explicable por la simple geometría proyectiva" (p. 169). En esta tarea, entre una fuente luminosa o foco y una pantalla de proyección, se van colocando círculos de diferentes diámetros, y se observa que el tamaño de las sombras que se obtienen resulta directamente proporcional al diámetro de los círculos, e inversamente proporcional a la distancia comprendida entre la fuente luminosa y los círculos. Análogamente a la tarea de la balanza, se encuentran los siguientes estadios correspondientes a las respuestas de los sujetos:

Estadio I. los sujetos de nivel preoperatorio, no comprenden, según Piaget, nada de la formación de las sombras (5 a 7 años de edad aproximadamente).

Subestadio IIA: el niño sólo sabe que el tamaño de las sombras depende del tamaño de los objetos considerados, pero parte de la suposición que la distancia no modifica el tamaño (8 - 10 años aproximadamente).

Subestadio IIB: se establece una correspondencia entre los tamaños decrecientes de la sombra de un mismo objeto y las distancias progresivas a partir del foco; el niño comprende que cuanto más cerca de la pantalla esté el objeto, más pequeña será la sombra (10 - 12 años aproximadamente). Existe una correspondencia cualitativa, y aunque el sujeto sabe construir correspondencias inversas, prefiere las directas, pues calcula las distancias a --

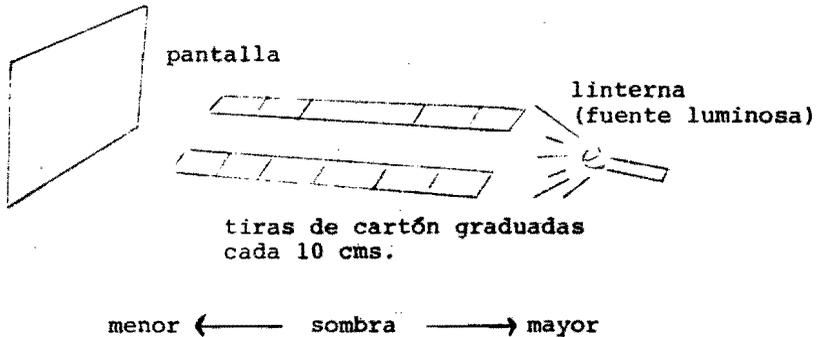
partir de la pantalla y no de la fuente luminosa.

Subestadio IIIA: se establece una proporcionalidad métrica inversa entre las distancias y los diámetros de los círculos, pero sin que haya generalización posible a todos los arreglos presentados; el sujeto, además, no puede explicar la ley (12 ó 13 a 14 años aproximadamente).

Subestadio IIIB: Caracteriza a este nivel la generalización y explicación de la ley, que puede darse considerando que el ángulo formado por los rayos de luz se separa cada vez más, y por ello, para que la sombra sea igual si hay dos círculos distintos, es necesario que la fracción de las distancias sea igual a la -- fracción de los círculos, es decir, que haya una misma relación entre los diámetros de los círculos y las distancias.

Para efectos de la comparación de la ejecución de los sujetos en proyección de sombras y equilibrio en la balanza, el procedimiento de aplicación de la tarea de transferencia se desarrolló análogamente al de la balanza, planteándose arreglos equiparables a los problemas propuestos por Siegler. Adicionalmente, y en consideración a los hallazgos de Reed, Ernst y Banerji (1974) en relación al papel de la analogía en la transferencia a problemas similares, se decidió: a) que previamente a la solución de los problemas de la tarea de transferencia, el sujeto concientizara y verbalizara la relación existente entre ambas tareas, b) que se ofreciera retroalimentación a los sujetos en los dos primeros ensayos para que el establecimiento de la analogía fuera posible, y c) que los problemas para la tarea de las sombras se presentaran por orden de dificultad. El procedimiento de aplicación de la tarea de las sombras fue el siguiente:

Considerando el material ya enlistado en la sección correspondiente (pantalla, linterna, círculos de cartón de diferentes diámetros, tiras graduadas), se colocaron éstos según el dispositivo que a continuación se esquematiza:



Para asegurarnos que el sujeto comprendía que mientras más se acerca un círculo a la lámpara, la sombra proyectada será mayor, y mientras más se acerca a la pantalla (y por consiguiente se aleja de la linterna) la sombra será menor, se recorría ante el sujeto uno de los círculos de un extremo a otro de la tira de cartón graduada. Se inducía al sujeto a verbalizar y escribir la siguiente relación: "a más cerca de la fuente luminosa, la sombra es mayor, mientras más lejos, es menor". Considerando esta relación, se pedía al sujeto que asignara valores progresivos a las distancias indicadas en las tiras de cartón: 0, 10, 20, 30, 40, 50 y 60 (cms.); se esperaba que la asignación se hiciera de la pantalla al foco. Se pedía, asimismo, que el sujeto indicara qué similitudes había entre la tarea de la ba-lanza y la de proyección de sombras.

A continuación se presentaban 12 problemas análogos a los de la balanza. En cada presentación, se colocaba un círculo de cartón con diámetro específico a una distancia específica de la primera tira graduada. Se iluminaba y proyectaba su sombra sobre la pantalla; se tomaba otro círculo de cartón y se preguntaba al sujeto: "Si yo coloco este círculo en este lugar (indicado en la segunda tira graduada) la sombra resultante, ¿será ma-

yor, menor o igual? ¿por qué?". Se dio retroalimentación para los primeros dos ensayos y se registraron las respuestas del sujeto y sus razonamientos en el protocolo de las evaluaciones ya descrito.

Los tipos de problemas planteados fueron:

Igualdad: igual diámetro a igual distancia (análogo al problema de balanza); problemas 1 y 2.

Diámetro: diferente diámetro, igual distancia (análogo al problema de peso); problemas 3 y 4.

Distancia: igual diámetro, diferente distancia (análogo al problema de distancia); problemas 5 y 6.

Conflicto: diferente diámetro, diferente distancia (análogo a los problemas de conflicto); problemas 7, 8, 9, 10, 11 y 12.

Formas de calificación de los materiales.

Los procedimientos de calificación para los materiales a que se asignaron puntajes, fueron los siguientes:

- en las evaluaciones sobre la tarea de la balanza (pretest, postest de selección y postest final), se dió un punto por cada respuesta correcta, pudiendo cada sujeto obtener como puntuación máxima global 24, y 4 puntos máximo por cada uno de los seis tipos de problemas. Con estos datos se realizaron los análisis estadísticos principales de la investigación.

- en la evaluación de precurrentes, se dió un punto por cada respuesta correcta en los reactivos 1 al 14. Para los reactivos 15 y 16, se asignaron dos puntos a cada uno (un punto por dar la respuesta correcta, y otro punto por solucionar el problema empleando proporcionalidad directa o inversa según fuera pertinente). La calificación máxima posible fue de 18 puntos.

- en la selección de reactivos de Razonamiento Mecánico del DAT, se otorgó un punto por cada opción correcta, por lo que la calificación máxima posible era de 15.

- en la prueba de transferencia (proyección de sombras) se asignó un punto por cada respuesta correcta, por lo que el puntaje máximo fue de 12.

Para los demás materiales empleados en la investigación, se formaron categorías de agrupamiento y análisis apropiadas, y se calcularon frecuencias y porcentajes, globales y parciales. Dichos análisis se presentan en detalle en la sección de resultados.

Confiabilidad y Validez del estudio.

Dado que es indispensable asegurar que una investigación arroje datos válidos y confiables, se emplearon una serie de controles y procedimientos que se comentan a continuación.

Considerando a la confiabilidad como la posibilidad de obte-

ner mediciones estables y precisas (en el sentido de encontrar resultados semejantes al medir a los mismos sujetos una y otra vez, con el mismo instrumento u otro similar) deben utilizarse procedimientos que determinen qué tanto error de medición contienen los instrumentos empleados en una investigación. Tal como lo recomienda Kerlinger (1975), se calculó un coeficiente de confiabilidad para los datos obtenidos con la administración de los seis tipos de problemas de la balanza. Se seleccionó como instrumento idóneo el pretest administrado a la totalidad de los sujetos participantes, con la intención de evitar efectos de test-retest y de aquellos -- producidos por las experiencias. Se obtuvo una correlación producto momento entre las sumas de los reactivos divididos en dos grupos, considerando tipo de problema y dificultad del mismo. Los datos se presentan en la sección de Resultados.

Como también se ha considerado que "la confiabilidad es la congruencia interna de una prueba: la homogeneidad de sus reactivos" (Kerlinger, op. cit. p. 318), se aplicó un procedimiento para determinar la homogeneidad y escalabilidad de la escala operatoria empleada, con base a lo propuesto por Christodoulou (1978). Los datos también se presentan en Resultados.

En el diseño de los instrumentos, para maximizar la confiabilidad de los mismos, se consideraron los siguientes pasos:

1o. plantear reactivos libres de ambigüedad, es decir, que no se prestaran a múltiples interpretaciones.

2o. incluir un número apropiado y suficiente de reactivos para cada clase de problema.

3o. se emplearon instrucciones claras y pertinentes, tendientes a aminorar errores de medición e interpretación. Adicionalmente, se condujeron las mediciones en condiciones controladas y similares para los diferentes grupos de sujetos.

Por otra parte, la validez nos plantea el problema de determinar si se mide lo que en realidad se pretende medir. En el caso -

de este estudio, se cubrió satisfactoriamente el requisito de la validez de contenido, que exige haya representatividad o adecuación muestral del contenido de los instrumentos de medición. En nuestro caso, la validez de contenido de la variable independiente, se controló definiendo previamente el universo de la tarea - como el conjunto de las seis clases de problemas posibles para la solución de la tarea de la balanza, diferenciándose claramente las características y dificultad asociada a cada uno de ellos, y elaborando los instrumentos con una distribución equitativa y adecuada de dichos tipos de problemas.

Finalmente, consideramos que la validez de constructo de la variable independiente es apropiada, dado que el entrenamiento - recibido por los sujetos se fundamentó en un análisis teórico-metodológico de las habilidades y conceptos requeridos para solucionar exitosamente la tarea. Esto se corrobora al observar los datos que indican la eficacia lograda en dicho entrenamiento.

RESULTADOS

Resultados.

En esta sección se presentan los tipos de análisis realizados con los datos de la investigación y los resultados obtenidos.

Se presentarán primero los resultados de la primera parte del estudio, que abarcan a los 44 sujetos participantes y a las fases de Pretest, Experiencias y Postest de Selección. Después se presentarán los análisis para el grupo de ocho sujetos que recibió en entrenamiento, considerando todas las fases en que participaron. En cada caso, se consideró pertinente presentar primero los análisis estadísticos inferenciales y después los descriptivos, salvo excepciones donde se buscó una secuencia más comprensible. Dado lo extenso de los datos por presentar, a continuación se enlistan los análisis conducidos, con la intención de que el lector pueda ubicarlos:

Primera Parte:

1. Análisis de Varianza para el diseño SPFp.qr, N=44, datos del Pretest y Postest de Selección.
2. Comparación de parejas de medias para el diseño SPFp.qr .
3. Análisis de Varianza para el diseño SPFp.q , N=44, puntajes de ganancia del Postest de Selección - Pretest.
4. Comparación de parejas de medias para el diseño SPFp.q .
5. Clasificación de los sujetos por reglas y estadios de acuerdo a Siegler y Piaget, N=44, Pretest - Postest de Selección.
6. Número y tipo de problemas realizados en la fase de experiencias, subgrupos: Experimentación, Observación-Experimentación.
7. Índice de dificultad de los diferentes tipos de problemas de la balanza, N=44, Pretest- Postest de Selección.
8. Análisis de la escalabilidad y homogeneidad de la escala empleada, N=44, datos del Pretest.

9. Coeficiente de confiabilidad para los seis tipos de problemas de la balanza, N=44, datos del Pretest.

10. Análisis de la ejecución por sexos, N=44, Pretest-Postest de Selección.

Segunda Parte:

11. Análisis de Varianza para el diseño RBFp.q , n=8 con datos del Pretest-Postest de Selección-Postest Final.

12. Comparaciones de parejas de medias para el diseño RBFp.q.

13. Índice de dificultad de los diferentes tipos de problemas de la balanza para los sujetos que recibieron entrenamiento, n=8 .

14. Número y tipo de problemas solucionados por los sujetos en la fase de entrenamiento, n=8.

15. Clasificación de los sujetos del entrenamiento en reglas y subestadios , n=8.

16. Relación postest final con prueba de transferencia (proyección de sombras), n=8.

17. Análisis de correlación para precurrentes y selección de - Razonamiento Mecánico del DAT con Pretest y Postest de Selección, n=8.

18. Análisis de la evaluación de precurrentes, n=8.

19. Análisis de la Entrevista, n=8.

20. Análisis individual por sujeto de la fase de entrenamiento.

1. Se realizó un AVAR para el diseño SPF p.qr considerando el tipo de **Experiencia** recibida (Experimentación, Observación, Observación-Experimentación, Control), tipo de problema de la balanza - (Balanza, Peso, Distancia, Conflicto Peso, Conflicto Distancia y - Conflicto Balanza), y las pruebas administradas (Pretest, Postest de Selección) a los 44 sujetos que participaron en el estudio, siguiendo los procedimientos estadísticos descritos por Kirk (op.cit.). No se encontraron diferencias significativas para el tipo de experiencia, ni tampoco para las pruebas administradas. Se encontraron diferencias significativas para los diferentes tipos de problemas de la balanza ($F=53.48$, $p < .01$), y para la interacción entre pruebas y tipos de problemas de la balanza ($F=3.012$, $p < .05$). En la tabla no. 1 se presentan los datos del AVAR y en la no. 2 las puntuaciones medias de los tres factores del análisis, con sus gráficas correspondientes, I, II, III y IV. Como puede observarse, las puntuaciones medias globales de las diferentes experiencias muestran diferencias mínimas ($E=17.4$, $O=17.0$ - $E=16.81$, $C=16.45$). Es evidente que los valores más altos se centran en los problemas "fáciles", es decir, balanza, peso y distancia; y que con respecto a los problemas de conflicto, o problemas "difíciles" es donde hay una mayor ganancia del Pretest al Postest de Selección debido a las experiencias (gráficas I y II), aún cuando a nivel estadístico dichas diferencias, por ser mínimas, no fueron significativas considerando ambas evaluaciones (gráfica III). En la gráfica IV se observa que los tres grupos que recibieron experiencias lograron aumentar un poco sus puntuaciones globales del pretest al postest de selección, no así el grupo control, que manifestó exactamente la misma puntuación media después del postest de selección.

2. Se consideró importante conducir una prueba de comparación de parejas de medias para los factores que arrojaron resultados significativos en el análisis anterior, es decir, para los diferentes tipos de problemas de la balanza y para la interacción de estos con pruebas. Se emplearon los procedimientos descritos por Kirk (op. cit.) para comparación de medias a priori. Los resulta-

TABLA No. 1

ANALISIS DE VARIANZA PARA EL DISEÑO SPF 4.26

Fuente	SC	MC	gl	F
1 Entre sujetos.	55.25	43		
2 A (Experiencia)	1.74	3	0.58	(2/3)=0.487
3 Suj intra grupos	47.59	40	1.189	
4 Intra sujetos	973.58	484		
5 B (Pruebas)	2.32	1	2.32	(5/7)=3.00
6 AB	0.99	3	0.33	(6/7)=0.426
7 B x suj intra grupos	30.94	40	0.773	
8 C (tipos de Problemas)	426.54	5	85.308	(8/10)=53.48*
9 AC	23.36	15	1.557	(9/10)=0.976
10 C x suj intra grupos.	319.18	200	1.595	
11 BC	11.07	5	2.214	(11/13)=3.012**
12 ABC	12.07	15	0.804	(12/13)=1.093
13 BC x suj intra grupos.	147.11	200	0.735	
14 Total	1022.91	527		

* $p < .01$

** $p < .05$

TABLA No. 2

PUNTUACIONES MEDIAS PARA EL DISEÑO SPF 4.26

PRETEST							
Grupo:	TIPO DE PROBLEMA						
	B	P	D	CP	CD	CB	Tot.
Experimentación	3.72	3.9	3.81	1.45	2.54	1.54	16.96
Observación	3.9	3.81	3.36	2	1.45	1.72	16.27
Observación-Ex- perimentación.	4	3.9	2.9	1.54	2.09	1.9	16.36
Control	4	3.81	3.27	1.54	1.72	2.09	16.45

POSTEST							
Grupo:	TIPO DE PROBLEMA						
	B	P	D	CP	CD	CB	Tot.
Experimentación	4	3.81	3.72	2.36	2.18	1.72	17.8
Observación	3.9	3.81	3.45	2	2.09	2.45	17.72
Observación-Ex- perimentación	4	3.63	3.18	1.27	3.09	2.09	17.27
Control	4	3.72	3.09	1.63	2	2	16.45

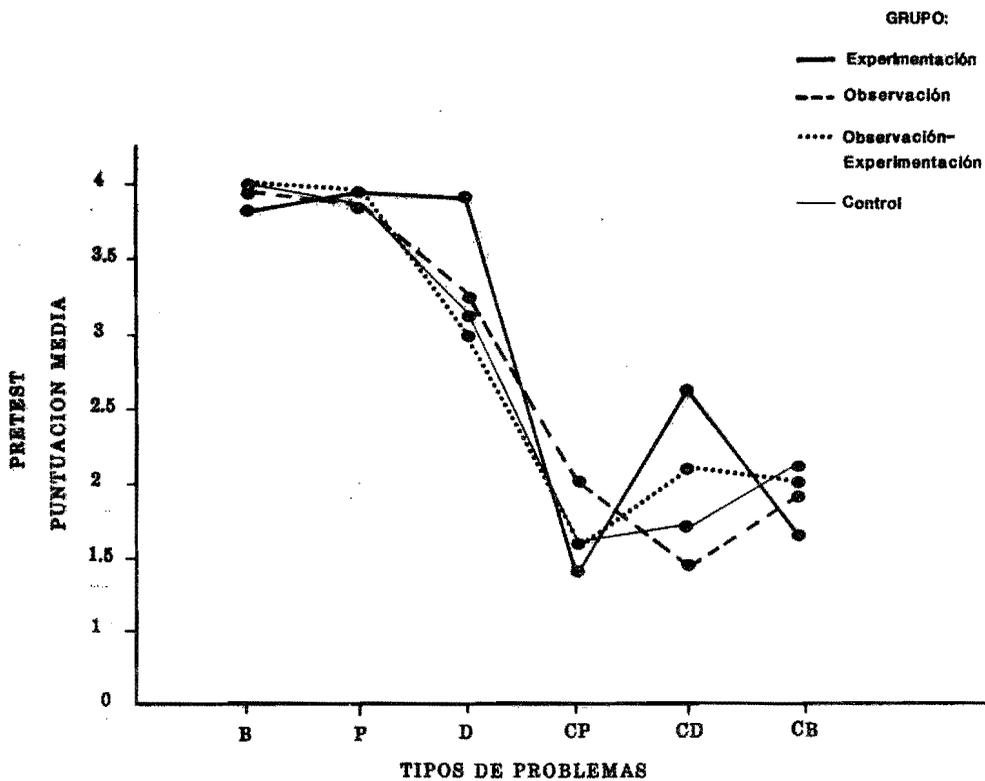
GLOBAL	
Observación = 17	Experimentación = 17.4
Observación - Experimentación: 16.81	
Control = 16.45	

GRAFICA 1

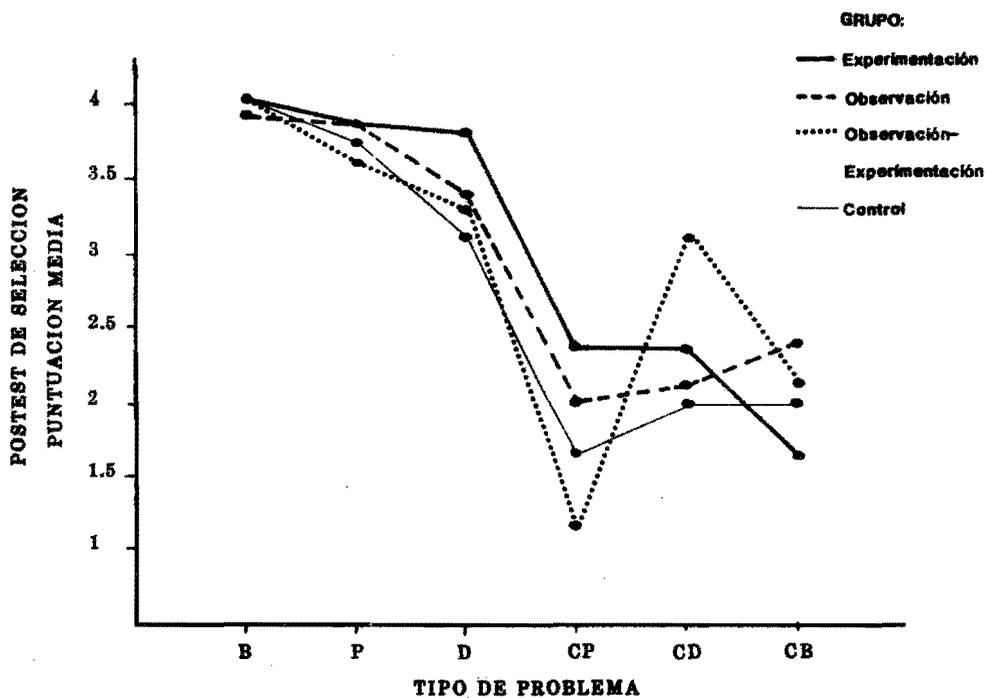
PUNTUACIONES MEDIAS EN EL PRETEST POR TIPO DE PROBLEMA

FASE: Experiencias

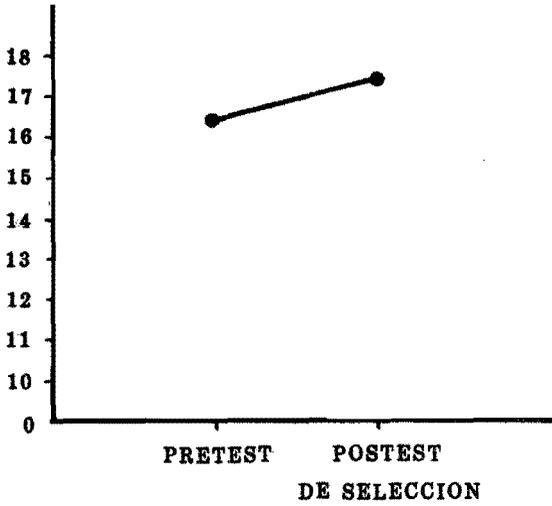
DISEÑO: SPF 4.26



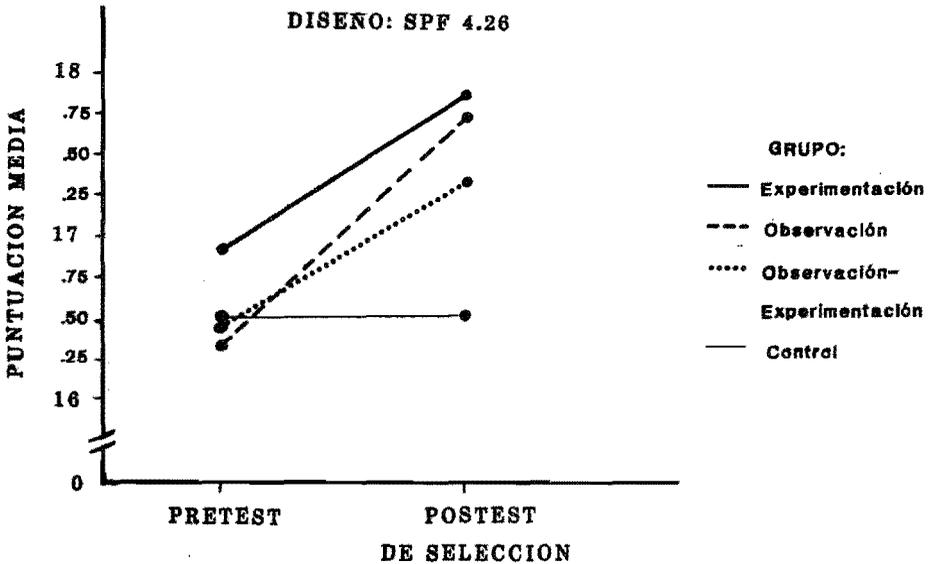
GRAFICA II
PUNTUACIONES MEDIAS EN EL POSTEST DE SELECCION POR TIPO DE PROBLEMA
FASE: Experiencias
DISEÑO: SPF 4.26



GRAFICA III
PUNTUACION MEDIA GLOBAL
FASE : Experiencias
DISENO: SPF 4.26



GRAFICA IV
PUNTUACION MEDIA POR TIPO DE EXPERIENCIA
FASE: Experiencias
DISENO: SPF 4.26



dos se presentan en las tablas 3 y 4. Como puede observarse, los problemas de balanza no superan a los de peso, pero sí a los demás: distancia, conflicto peso, conflicto distancia y conflicto balanza, al nivel de $p < .01$ en todos los casos. Los problemas de peso superan a los de distancia y a los tres tipos de conflicto ($p < .01$ en todos los casos) y los de distancia a su vez a los tres tipos de conflicto ($p < .01$). Los de conflicto distancia superan a los de conflicto peso ($p < .01$) y los de conflicto distancia y conflicto balanza no difieren entre sí. Más adelante observaremos la estrecha relación entre estos resultados y el índice de dificultad calculado para cada tipo de problema. En lo que respecta a las comparaciones entre tipos de problema y pruebas, resultaron significativas (al $p < .01$) todas las comparaciones de parejas de medias de problemas fáciles contra las de problemas difíciles, a favor de los primeros, considerando tanto pretest como postest de selección (tabla no. 4).

3. Dado que el análisis anterior no fue apropiado para detectar diferencias significativas entre los tipos de experiencias (por que en el diseño se suman las puntuaciones de ambas pruebas en cada experiencia) se decidió conducir un análisis con los puntajes de ganancia logrados del pretest al postest de selección, considerando los diferentes tipos de problemas y las experiencias recibidas. Para ello, se empleó un diseño SPF p.q (de acuerdo a Kirk op. cit.) manejando como puntajes del análisis la diferencia entre el puntaje obtenido por cada sujeto en cada tipo de problema en el postest de selección, menos el puntaje correspondiente obtenido en el pretest. Manejando así los valores de ganancia, se encontraron diferencias significativas para las experiencias ($F=8.22$, $p < .01$) y para los diferentes tipos de problemas ($F=13.68$, $p < .01$), no así para la interacción entre ambas. Ver tabla del AVAR, no. 5, con sus correspondientes puntuaciones medias, tabla no. 6 y gráficas V y VI, donde se observa nuevamente que las mayores ganancias se obtienen para los problemas difíciles, notándose que la mayor ganancia para conflicto peso corresponde al grupo de experimentación, para conflic

TABLA No. 3

COMPARACION ENTRE PAREJAS DE MEDIAS PARA EL DISEÑO
SPF 4.26

FACTOR: TIPOS DE PROBLEMAS DE LA BALANZA.

Tipo de Problema y puntuación media	Comparación	F	Nivel de Significancia
Balanza (B)=3.47	B - P	1.204	-
Peso (P)= 3.34	B - D	19.26	.01
Distancia (D)=2.95	B - CP	270.91	.01
Conflicto Peso (CP)=1.52	B - CD	177.85	.01
Conflicto Distancia (CD)=1.89	B - CB	220.68	.01
Conflicto Balanza (CB)= 1.71	P - D	10.83	.01
	P - CP	235.99	.01
	P - CD	149.79	.01
	P - CB	189.29	.01
	D - CP	145.68	.01
	D - CD	80.05	.01
	D - CB	109.54	.01
	CP - CD	9.75	.01
	CP - CB	2.57	-
	CD - CB	2.308	-

TABLA No. 4

COMPARACION ENTRE PAREJAS DE MEDIAS PARA EL DISEÑO

SPF 4.26

FACTOR: PRUEBAS Y TIPOS DE PROBLEMAS.

Prueba-Tipo de Problema Puntuación Media	Comparación	F	Nivel de Significancia
Pretest con:	Pret B - Pret CP	97.54	.01
Balanza = 3.9	Pret B - Pret CD	72.14	.01
Peso = 3.86	Pret B - Pret CB	82.55	.01
Distancia = 3.34	Pret P - Pret CP	93.67	.01
C. Peso = 1.63	Pret P - Pret CD	68.82	.01
C. Distancia = 1.95	Pret P - Pret CB	79.00	.01
C. Balanza = 1.81	Pret D - Pret CP	54.86	.01
	Pret D - Pret CD	36.29	.01
	Pret D - Pret CB	43.78	.01
Postest con:	Post B - Post CP	88.03	.01
Balanza = 3.91	Post B - Post CD	50.56	.01
Peso = 3.75	Post B - Post CB	68.82	.01
Distancia + 3.36	Post P - Post CP	70.47	.01
C. Peso = 1.81	Post P - Post CD	37.49	.01
C. Distancia = 2.34	Post P - Post CB	53.41	.01
C. Balanza = 2.06	Post D - Post CP	45.10	.01
	Post D - Post CD	19.75	.01
	Post D - Post CB	31.69	.01

to distancia al grupo de observación-experimentación y para conflicto balanza al grupo de observación.

4. Se condujeron comparaciones de medias de puntajes de ganancia para experiencias y tipo de problema de la balanza. Los resultados se muestran en las tablas no. 7 y 8. En ellas puede notarse que el grupo de observación supera a los grupos de experimentación, observación - experimentación y control (todos al $p < .01$). Por su parte, el grupo observación-experimentación supera al de experimentación y al control (ambos al $p < .01$); no se encuentran diferencias entre los grupos experimentación y control. Con respecto a la comparación entre los diferentes tipos de problemas, se encontró que los problemas de conflicto balanza superan (en cuanto a ganancia en puntuación del pretest al postest de selección) a los de balanza, peso y distancia (todos al $p < .05$).

5. Considerando la puntuación de los sujetos en cada uno de los seis tipos de problemas planteados por Siegler, y analizando su razonamiento, se clasificó a los sujetos en el tipo de regla empleada. Paralelamente, y considerando las características de la ejecución que propone Piaget para cada uno de los estadios y subestadios que dan cuenta de la tarea de la balanza, se ubicó a los sujetos en algunos de estos. (Las características detalladas de cada una de las reglas y subestadios, y la comparación de ambas, ya se presentaron en el capítulo III de esta tesis).

Los criterios de asignación a una regla dada, fueron los siguientes:

- el sujeto debía resolver todos los problemas de una regla o subestadio específico, obteniendo tres o cuatro aciertos de los cuatro posibles para cada uno de los tipos de problema.

- el sujeto debía manifestar los razonamientos pertinentes -- asociados, es decir, considerando las variables propias de dicha regla: para la regla I: peso; para la regla II: peso y distancia; para la regla III: peso y distancia, compensando cualitativamente

TABLA No. 5

ANALISIS DE VARIANZA PARA EL DISEÑO SPF 4.6

Fuente	SC	gl	MC	F
1 Entre sujetos	27.7	43	0.644	
2 A (Experiencias)	10.58	3	3.53	(2/3)=8.22*
3 Suj intra grupos	17.12	40	0.428	
4 Intra sujetos	367.54	220	1.67	
5 B (Problemas)	112.94	5	22.588	(5/7)=13.68*
6 AB	14.53	15	0.968	(6/7)=0.586
7 B x suj intra grupos	330.07	200	1.650	
8 Total	395.24	263		

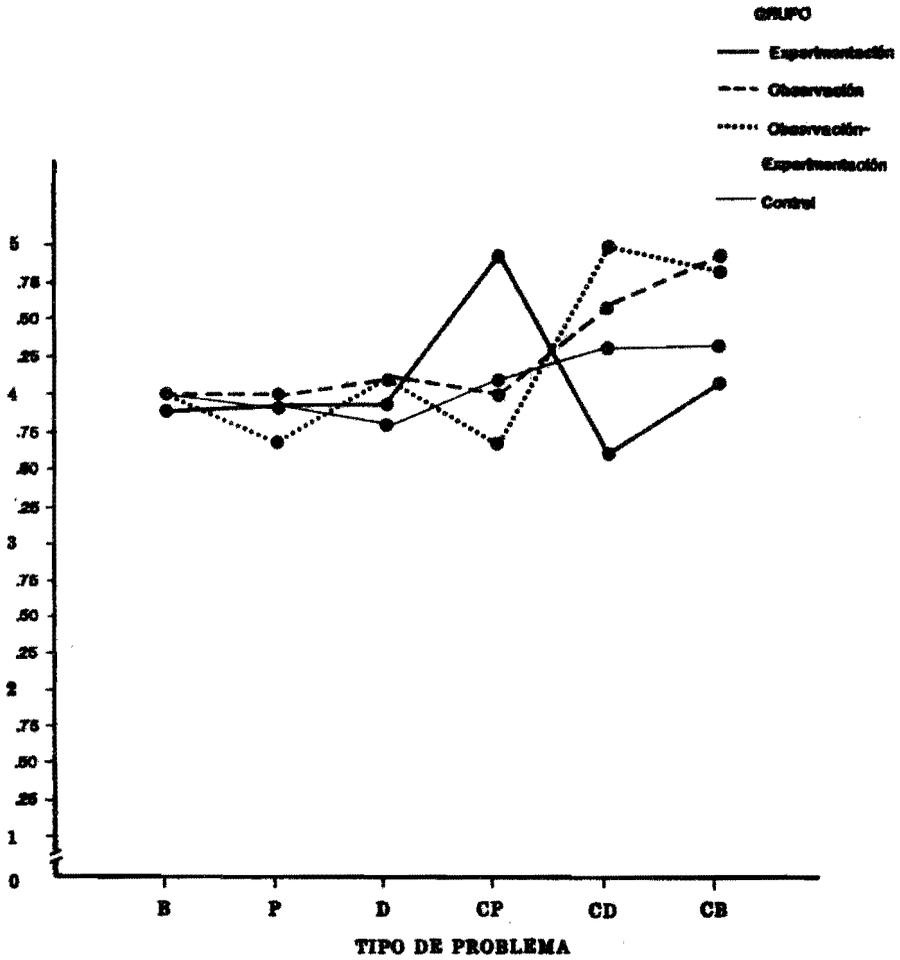
* p < .01

TABLA No. 6

PUNTUACIONES MEDIAS PARA EL DISEÑO SPF 4.6

Grupo:	TIPO DE PROBLEMA						Total
	B	P	D	CP	CD	CB	
Experimentación	3.81	3.9	3.9	4.9	3.63	4.18	24.36
Observación	4	4	4.09	4	4.63	4.9	25.63
Observación-Ex- perimentación	4	3.72	4.09	3.72	5	4.72	25.27
Control	4	3.9	3.81	4.09	4.27	4.27	24.36
Total	3.95	3.88	3.97	4.18	4.38	4.52	

GRAFICA V
GANANCIA PRETEST-POSTEST DE SELECCION
POR TIPO DE EXPERIENCIA Y DE PROBLEMA
DISEÑO: SPF 4.26



GRAFICA VI
PUNTUACION MEDIA GLOBAL FASE EXPERIENCIAS
GANANCIA PRETEST-POSTEST SELECCION
DISENO: SPF 4.6

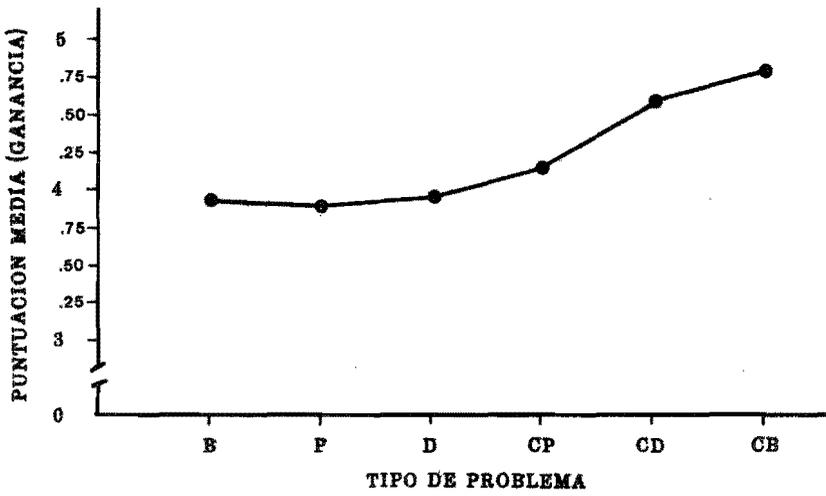


TABLA No. 7.

COMPARACION ENTRE PAREJAS DE MEDIAS PARA EL
DISEÑO SPF 4.6

FACTOR: EXPERIENCIAS

Tipo de Experiencia y Puntuación Media	Comparación	t	Nivel de Significancia
Experimentación (E)=24.36	E - O	11.18	.01
Observación (O) = 25.63	E - O-E	8.01	.01
Observación-Experimentación (O-E)= 25.27	E - C	0	-
Control (C) = 24.36	O - O-E	3.17	.01
	O - C	11.18	.01
	O-E - C	8.01	.01

TABLA No. 8.

COMPARACION ENTRE PAREJAS DE MEDIAS PARA
EL DISEÑO SPF 4.6

FACTOR: TIPOS DE PROBLEMAS

Tipo de Problema y Puntuación Media	Comparación	t	Nivel de Significancia
Balanza (B) = 3.95	B - P	0.256	-
Peso (P) = 3.88	B - D	0.073	-
Distancia (D)=3.97	B - CP	0.842	-
Conflicto Peso (CP)=4.18	B - CD	1.575	-
Conflicto Distancia (CD)=4.38	B - CB	2.087	.05
Conflicto Balanza (CB)=4.52	P - D	0.329	-
	P - CP	1.098	-
	P - CD	1.831	.10
	P - CB	2.344	.05
	D - CP	0.769	-
	D - CD	1.5	-
	D - CB	2.014	.05
	CP - CD	0.732	-
	CP - CB	1.245	-
	CD - CB	0.512	-

los problemas de conflicto; para la regla IV: peso y distancia, - empleando la fórmula de proporcionalidad inversa $P \times D = P' \times D'$.

- el sujeto podía resolver otros problemas no considerados - dentro del patrón de ejecución de una regla dada, y su respuesta podía ser correcta, pero por los siguientes motivos:

- fortuitamente, donde el razonamiento no la justifica.
- por compensación cualitativa, en los casos que se quería diferenciar la ejecución de la regla III de la II y IV.
- por coincidencia con un procedimiento diferente al correcto, por ejemplo, cuando el sujeto sumaba los valores de $P+D$ y la respuesta coincidía con la correcta.

En la tabla no. 9 se encuentran los resultados de dichas clasificaciones para cada uno de los grupos que recibieron por separado experiencias, considerando el pretest y el postest de selección. También se presenta la clasificación global para la población en conjunto, $N=44$. Como puede verse, la gran mayoría de los sujetos se ubica en la regla III, subestadio IIB, operacional concreto avanzado (70.45 % de la población total en el Pretest, y -- 72.27% en el Postest de Selección). No se encontró ningún sujeto que se ubicara en el subestadio IA preoperacional, aunque sí en el IB correspondiente a la regla I (9.09% pretest, 4.54% postest de selección), encontrándose en esta misma proporción sujetos que se ubicaron en el subestadio IIA, regla II. Es interesante observar que sólo un sujeto manifestó poseer desde el comienzo la regla IV, y que no hubo ningún sujeto, a lo largo de toda la investigación, que se ubicara en el nivel IIIB piagetiano. Las gráficas VII y VIII dan cuenta de estos datos. Se presenta, adicionalmente, la tabla 9-A, donde se hace un análisis más fino de la regla III y las subreglas derivadas de ésta que se encontraron en esta investigación. Una subregla de la regla III, estaba formada por los tipos de problemas que resuelve la regla III (balanza, peso, distancia) y los problemas de conflicto que un sujeto dado --

TABLA No. 9

CLASIFICACION POR SUBESTADIOS (PIAGET) Y REGLAS (SIEGLER)

Grupo: Experimentación					
Subestadio	Regla	Pretest		Posttest Frecuencia	Selección Porcentaje
		Frecuencia	Porcentaje		
IA	-	9	0	0	0
IB	I	0	0	1	9.09
IIA	II	1	9.09	0	0
IIB	III	10	90.90	9	81.81
IIIA	IV	0	0	0	0
IIIB	-	0	0	0	0
Inclasificable		0	0	1	9.09

Grupo: Observación					
Subestadio	Regla	Pretest		Posttest Frecuencia	Porcentaje
		Frecuencia	Porcentaje		
IA	-	0	0	0	0
IB	I	1	9.09	0	0
IIA	II	2	18.18	2	18.18
IIB	III	7	63.63	7	63.63
IIIA	IV	0	0	0	0
IIIB	-	0	0	0	0
Inclasificable		1	9.09	2	18.18

Grupo: Observación -Experimentación					
Subestadio	Regla	Pretest		Posttest Frecuencia	Porcentaje
		Frecuencia	Porcentaje		
IA	-	0	0	0	0
IB	I	2	18.18	1	9.09
IIA	II	0	0	0	0
IIB	III	6	54.54	8	72.72
IIIA	IV	1	9.09	1	9.09
IIIB	-	0	0	0	0
Inclasificable		2	18.18	1	9.09

Grupo: Control					
Subestadio	Regla	Pretest		Posttest Frecuencia	Porcentaje
		Frecuencia	Porcentaje		
IA	-	0	0	0	0
IB	I	1	9.09	0	0
IIA	II	1	9.09	0	0
IIB	III	8	72.72	8	72.72
IIIA	IV	0	0	0	0
Inclasificable		1	9.09	3	27.27

TABLA No. 9 (continuación).

Clasificación por Subestadios y Reglas

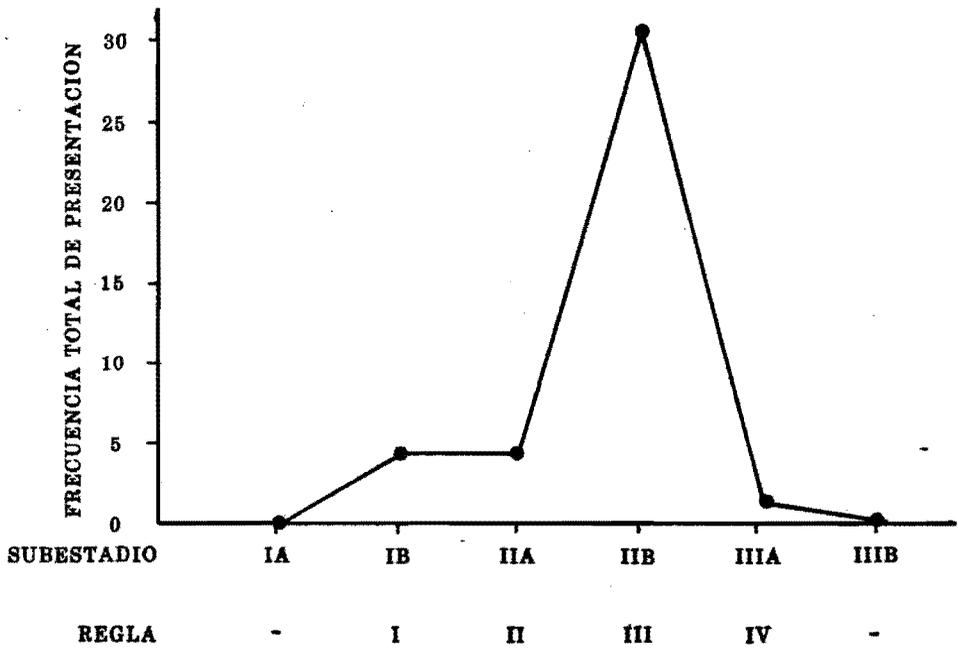
Clasificación global		Pretest		Postest de Selección	
Subestadio	Regla	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
IA	-	0	0	0	0
IB	I	4	9.09	2	4.54
IIA	II	4	9.09	2	4.54
IIB	III	31	70.75	32	72.72
IIIA	IV	1	2.27	1	2.27
Inclasificables		4	9.09	7	15.90
Totales		44	100.00	44	100.00

TABLA No. 9 - A.

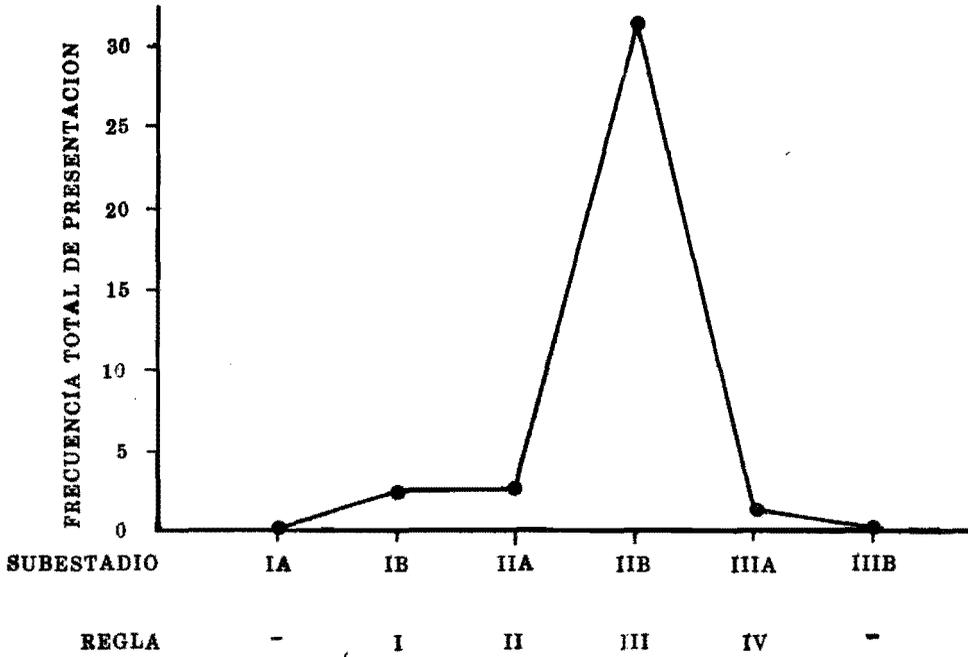
Análisis de Regla III y Subreglas

Regla/Subregla	Experimentación		Observación Experimentación				Control	
	P ₁	P ₂	P ₁	P ₂	P ₁	P ₂	P ₁	P ₂
III	3	2	3	1	1	0	1	0
III+CP	1	2	0	0	0	0	0	1
III+CD	4	1	2	3	3	5	1	1
III+CB	2	1	2	0	2	2	4	3
III+CP, CD	0	2	0	1	0	0	0	1
III+CP, CB	0	0	0	2	0	0	0	0
III+CD, CB	0	1	0	0	0	1	2	2
Totales:								
Frecuencia	III 11	III+CP 4	III+CD 20	III+CB 16	III+CP,CD 4	III+CP,CB 2	III+CD, CB 6	
Porcentaje	17.46	6.34	31.74	25.39	6.34	3.17	6.34	
(P ₁ = Pretest, P ₂ = Postest de Selección)								

GRAFICA VII
CLASIFICACION SUBESTADIOS- REGLAS (PRETEST)



GRÁFICA VIII
CLASIFICACION SUBESTADIOS-REGLAS
(POSTEST DE SELECCION)



respondía exitosamente empleando compensaciones cualitativas. Ver gráficas VII y VIII.

6. Por otra parte, se realizó un análisis con el número y tipo de problemas hechos por los sujetos que en la fase de experiencias tuvieron la oportunidad de plantear arreglos propios, es decir, los sujetos de experimentación y los de observación-experimentación. Los resultados para el primer grupo se muestran en la tabla no. 10 y para el segundo en la tabla no. 11. Se incluye en la clasificación un nuevo tipo de problema planteado por los sujetos, que no se encuentra entre los de Siegler: el problema que denominamos de "peso-distancia", donde los valores más altos para ambas variables se localizan en un solo brazo de la balanza, por lo que teóricamente es un problema fácil de responder, ya sea que el sujeto considere solo el peso, solo la distancia o ambas variables, el problema no plantea ningún conflicto y el resultado debería ser evidente para el sujeto. Los datos de este análisis indican que el grupo de experimentación tendió a realizar más problemas difíciles, es decir, problemas de conflicto (51.01%) aunque casi en la misma proporción que problemas fáciles (48.98%), realizando en mayor medida problemas de conflicto peso (22.22% del total) y de conflicto distancia (19.19%), sin embargo, la mayoría de sus aciertos se centra en los problemas fáciles: en balanza obtienen 100% de respuesta correctas, en distancia 90.90% y en peso 85.71%, contra solo 43.18% para conflicto peso y 28.94% para conflicto distancia. Por lo que respecta a la parte de experimentación conducida por el grupo de Observación-Experimentación, se observó una tendencia a realizar problemas fáciles (60.60%) en comparación con problemas difíciles (39.39%). El tipo de problemas que más plantearon fueron de conflicto distancia (21.21%); los problemas donde se manifiestan más respuestas correctas son los de peso (100% y distancia (95.65). Ambos grupos manifestaron un alto índice global de respuestas correctas, 64.64% para el grupo experimentación, y 70.70% para observación-experimentación.

7. En otro análisis se calculó el índice de dificultad de --

TABLA No. 10
PROBLEMAS REALIZADOS EN LA FASE DE EXPERIENCIAS
GRUPO: EXPERIMENTACION

Tipo de problema	Frecuencia	Porcentaje	No. correctas	Porcentaje de correctas.
Balanza	19	9.59	19	100
Peso	21	10.60	18	85.71
Distancia	33	16.66	30	90.90
C. Peso	44	22.22	19	43.18
C. Distancia	38	19.19	11	28.94
C. Balanza	19	9.59	12	63.15
Peso-Distancia	24	12.12	19	79.16
Total de Problemas realizados			198	
Total de Problemas Correctos			128	(64.64%)
Total de Problemas "Fáciles"			97	(48.98%)
Total de Problemas "Difíciles"			101	(51.01%)

TABLA No. 11
PROBLEMAS REALIZADOS EN LA FASE DE EXPERIENCIAS
GRUPO: OBSERVACION-EXPERIMENTACION
(PARTE CORRESPONDIENTE A EXPERIMENTACION)

Tipo de Problema	Frecuencias	Porcentaje	No. correctas	Porcentaje de Correctas
Balanza	10	10.10	10	100
Peso	6	6.06	5	83.33
Distancia	23	23.23	22	95.65
C. Peso	15	15.15	9	60
C. Distancia	17	17.17	7	41.17
C. Balanza	7	7.07	6	85.71
Peso-Distancia	21	21.21	11	52.38
Total de Problemas realizados			99	
Total de Problemas Correctos			70	(70.70%)
Total de Problemas "Fáciles"			60	(60.60%)
Total de Problemas "Difíciles"			39	(39.39%)

los diferentes tipos de problemas considerando las puntuaciones medias obtenidas para éstos en el pretest y el postest de selección. En la tabla no. 12 se muestran los índices de dificultad para dichas evaluaciones por separado y en conjunto, así como en relación a los 4 tipos de experiencia recibida. En general, se observa coincidencia con lo encontrado por Siegler; los problemas fáciles siguen siendo balanza, peso y distancia, y los difíciles los problemas de conflicto, observándose, sin embargo, a diferencia de lo reportado por el mencionado autor, que ubica en el último puesto a los de conflicto balanza, como los más difíciles, que para nuestra población el problema más difícil es, para la mayoría de los casos, el de conflicto peso, seguido por conflicto balanza y conflicto distancia.

8. Se consideró importante evaluar tanto la escalabilidad como la homogeneidad de las partes de la escala operatoria empleada en el estudio, es decir, de los diferentes tipos de problemas de la balanza considerando el orden de dificultad presentado por los mismos. Por homogeneidad entenderemos el grado en que un conjunto de items miden el mismo atributo, del cual depende la escalabilidad, o grado en que la respuesta correcta a uno de los items implica respuestas correctas a los items de menor dificultad (Aguilar, comunicación personal). Recordamos que según el modelo piagetiano un sujeto que resuelve los items de un estadio superior en una escala operatoria debió haber resuelto satisfactoriamente los de todos los estadios inferiores. Se aplicó la técnica de análisis jerárquico descrita por Christodoulou (1978), la cual arrojó un valor de $\chi^2 = 9.764$, $p < .05$ para la escala en conjunto, lo cual nos indica que ésta se confirma satisfactoriamente al modelo piagetiano. Como el análisis permite evaluar la homogeneidad de la escala tanto globalmente como en sus partes, se presenta en la tabla no. 13 donde se indican los IA para cada puntuación posible. Un valor de IA igual o superior a 0.70 se considera un nivel de homogeneidad y escalabilidad adecuado; como podremos observar, la escala muestra un IA global de 0.75.

TABLA No. 12

INDICE DE DIFICULTAD DE LOS PROBLEMAS DE LA
TAREA DE LA BALANZA

	Indice de dificultad (de más difícil a menos difícil).					
	1o.	2o.	3o.	4o.	5o.	6o.
Pretest	CP	CB	CD	D	P	B
Postest de Selección	CP	CB	CD	D	P	B
Global	CP	CB	CD	D	P	B
Por tipo de Experiencia :						
Pretest						
Experimentación	CP	CB	CD	D	P	B
Observación	CD	CB	CP	D	P	B
Observación-Ex-perimentación	CP	CB	CD	D	P	B
Control	CP	CD	CB	D	P	B
Postest						
Experimentación	CB	CD	CP	D	P	B
Observación	CP	CD	CB	D	P	B
Observación-Ex-perimentación	CP	CB	CD	P	D	B
Control	CP	CD		D	P	B
		CB				

B = Problemas de Balanza CP = Problemas de Conflicto Peso
P = Problemas de Peso CD = Problemas de Conflicto Distancia
D = Problemas de Distancia CB = Problemas de Conflicto Balanza.

TABLA No. 13

ANALISIS JERARQUICO DE LA ESCALA
(HOMOGENEIDAD Y ESCALABILIDAD)

Puntuación.	Tipos de Respuestas Posibles.	No. de Errores Posibles	Efectivos por puntuación.	No. de Errores Esperados	No. de Errores Observados	IA por Puntuación.	Errores Permitidos
6	1	0	1	0	0	1	0
5	6	10	3	5	4	.20	2.57
4	15	40	25	66.66	44	.34	34.38
3	20	60	14	42	12	.715	21.66
2	15	40	1	2.66	0	1	1.37
1	6	10	0	0	0	1	0
0	1	0	0	0	0	1	0
		160	44		60	0.75	

$\chi^2 = 9.764$, $p < .05$

9. Como ya se mencionó, se decidió determinar el grado de confiabilidad de los datos obtenidos para los seis tipos de problemas de la balanza, con la intención de delimitar la magnitud del error de medida de los instrumentos empleados. Para tal efecto, se dividieron los reactivos del Pretest a la mitad, para formar dos ver--siones paralelas y equivalentes de la prueba. Se tomaron los reac--tivos por tipo de problema y por orden de dificultad, y se fueron asignando al azar a una u otra mitad de la prueba, de tal forma -- que cada mitad quedó integrada por 12 reactivos, dos de cada uno - de los seis tipos posibles. Con estos datos, se calculó la corre--lación producto-momento de Pearson, obteniéndose una $r = 0.98$, con un valor de $t = 15.60$ y $p < .01$, lo que indica una confiabilidad muy alta.

10. Se condujo un análisis de la ejecución por sexos de los - participantes en el estudio considerando tanto el pretest como el postest de selección. Como ya se indicó la muestra se componía de 37 mujeres y 7 hombres. Los promedios de puntuación en el pretest fueron de 16 para los hombres y 16.62 para las mujeres; en el pos--test de selección fueron de 17.42 para hombres, y 17.29 para muje--res; el promedio global indica 16.71 para hombres y 16.95 para muje--res, por lo que es patente que las diferencias en ejecución por sexo fueron mínimas en todos los casos considerados.

Con respecto a los datos obtenidos con los ocho sujetos que - recibieron entrenamiento en inducción de reglas de la balanza, los análisis conducidos y los resultados más sobresalientes se dan a - continuación:

11. Se condujo un análisis de varianza para el diseño RBF p,q, siguiendo los procedimientos descritos por Kirk (op. cit.). En dícho análisis se consideraron dos factores repetidos: las puntuacio--nes obtenidas en las pruebas (pretest, postest de selección y pos--test final) por los ocho sujetos que se seleccionaron para el en--trenamiento y los diferentes tipos de problemas de la balanza. Se encontraron diferencias significativas para las pruebas administra

das ($F=31.68$, $p<.01$), para los tipos de problemas de la balanza ($F= 14.373$, $p<.01$) y para la interacción entre ambos factores ($F= 3.903$ $p<.01$). Los datos principales de dicho análisis se encuentran en la tabla no. 14, con sus correspondientes valores de puntuaciones medias (tabla no. 15) y su gráfica respectiva (no. IX). Como es notorio, no hay diferencias importantes entre los puntajes del pretest y del postest de selección, aunque en éste último se manifiesta un ligero aumento en los puntajes de los problemas de conflicto distancia y conflicto balanza, debido a la experiencia previamente recibida. En el postest final, administrado después del entrenamiento en inducción de reglas, todos los sujetos resuelven correctamente los 24 problemas de dicha evaluación, no cometiendo equivocaciones en ninguno de los seis tipos de problemas y empleando en la resolución de la tarea la fórmula descubierta en el entrenamiento: $P \times D = P' \times D'$.

12. Considerando los resultados del AVAR anterior, se condujeron comparaciones a priori de parejas de medias para pruebas, tipos de problemas y su interacción. Los resultados para el factor pruebas se presentan en la tabla no. 16, para el factor tipo de problemas, en la tabla no. 17 y para la interacción entre ambos, en la tabla no. 18. El postest final supera marcadamente al pretest y al postest de selección (ambos al $p<.01$), mientras que estos dos últimos no difieren entre sí. Por otra parte, se encuentra que el problema de balanza supera a los problemas de conflicto; que peso no supera a distancia, mientras que sí lo hace con los de conflicto; a su vez, éstos son superados por distancia; mientras que las comparaciones entre sí de los problemas de conflicto no muestran diferencias significativas. En la comparación de la interacción pruebas-tipos de problemas, sólo se compararon aquellas en que se esperaba hallar datos significativos, y que fueron:

- para cada prueba, los problemas fáciles contra los difíciles; es decir, balanza, peso y distancia contra los tres conflictos en todas sus combinaciones, tanto en pretest co

TABLA No. 14

ANALISIS DE VARIANZA PARA EL DISEÑO RBF 3.6

Fuente	SC	gl	MC	F
1 Bloques	6.2	7	0.885	(1/6)= 1.219
2 Tratamientos	126.535	17	7.443	
3 A (Pruebas)	46.01	2	23.005	(3/6)=31.68*
4 B (Problemas)	52.18	5	10.436	(4/6)=14.374*
5 AB	28.345	10	2.834	(5/5)= 3.903*
6 Residual	86.425	119	0.726	
7 Total	219.16	143		

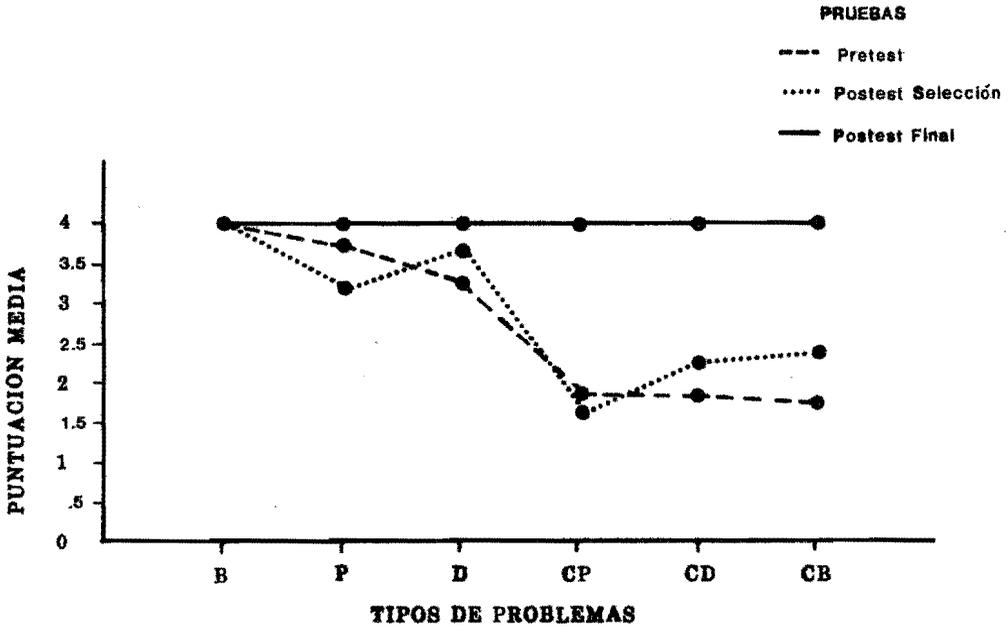
* $p < .01$

TABLA No. 15

PUNTUACIONES MEDIAS PARA EL DISEÑO RBF 3.6

Pruebas	Tipos de Problemas.						Tot.
	I B	II P	III D	IV CP	V CD	VI CB	
Pretest	4	3.75	3.375	1.875	1.875	1.75	16.625
Postest de Selección	4	3.375	3.625	1.625	2.125	2.25	17
Postest Final	4	4	4	4	4	4	24
Total	4	3.70	3.66	2.5	2.66	2.66	

GRAFICA IX
PUNTUACION MEDIA POR TIPO DE PROBLEMAS Y PRUEBAS
FASE: ENTRENAMIENTO
DISENO: RBF 3.6



mo posttest de selección,

- no se compararon entre sí los valores de pretest con posttest de selección por no haber sido significativa la diferencia entre ambos,
- los problemas difíciles del pretest y del posttest de selección se compararon contra los difíciles del posttest final, en todas las combinaciones posibles.
- no se contrastaron los problemas fáciles entre las tres pruebas por observarse diferencias mínimas entre éstos; de hecho, las ganancias principales en puntaje se localizan en los problemas de conflicto.

13. Este análisis de parejas de medias se complementa y confirma con el análisis donde se obtuvo el índice de dificultad -- que representaron los seis tipos de problemas para el grupo que recibió entrenamiento. Estos datos se concentran en la tabla no. 19, donde observamos que el problema que más dificultad representó fue el de conflicto peso, seguido de conflicto distancia y -- conflicto balanza en la misma proporción, y después de distancia, peso y balanza. De nuevo, encontramos similitud con Siegler en relación a los problemas fáciles, pero al igual que para la población total del estudio, para los sujetos que recibieron entrenamiento, el problema más difícil fue conflicto peso.

14. Se analizó el número y tipo de problemas solucionados por los 8 sujetos que recibieron entrenamiento. Los datos se presentan en la tabla no. 20, donde se indica el tipo de problema, la frecuencia de presentación y su porcentaje correspondiente, diferenciando si los problemas fueron planteados por el experimentador o hechos por el sujeto y considerando el total de ambas modalidades. En promedio, se necesitaron 18.75 arreglos para que un sujeto concluyera satisfactoriamente su entrenamiento en inducción de reglas, siendo los problemas más planteados los de conflicto balanza (28.66%), dado que fueron el puente que permitió al sujeto cuan

TABLA No. 16

COMPARACION ENTRE PAREJAS DE MEDIAS PARA
EL DISEÑO RBF 3.6 FACTOR: Pruebas

Prueba y Puntuación Media.	Comparación	F	Nivel de Significancia
Pretest (P) = 16.625	P - PS	0.774	-
Posttest de Selección (PS) = 17	P - PF	299.67	.01
Posttest Final (PF)=24	PS - PF	269.97	.01

TABLA No. 17.

COMPARACION ENTRE PAREJAS DE MEDIAS PARA
EL DISEÑO RBF 3.6 FACTOR: Tipos de Problemas

Problema y Puntuación Media	Comparación	F	Nivel de Significancia
Balanza (B)=4	B - P	1.40	-
Peso (P) = 3.70	B - D	1.836	-
Distancia (D) = 3.66	B - CP	37.19	.01
Conflicto Peso (CP) = 2.5	B - CD	29.39	.01
Conflicto Distancia (CD) = 2.66	B - CB	29.39	.01
Conflicto Balanza (CB) = 2.66	P - D	0.028	-
	P - CP	24.13	.01
	P - CD	17.93	.01
	P - CB	17.93	.01
	D - CP	22.50	.01
	D - CD	16.53	.01
	D - CB	16.53	.01
	CP - CD	0.459	-
	CP - CB	0.459	-
	CD - CB	0	-

TABLA No. 18

COMPARACION ENTRE PAREJAS DE MEDIAS PARA
EL DISEÑO RBF 3.6

FACTOR: Pruebas con Tipos de Problemas

Prueba-Tipo de Problema Puntuación Media	Comparación	F	Nivel de Significancia
Pretest con:	Pret B - Pret CP	24.87	.01
Balanza = 4	Pret B - Pret CD	24.87	.01
Peso = 3.75	Pret B - Pret CB	27.892	.01
Distancia = 3.375	Pret P - Pret CP	19.36	.01
C. Peso = 1.875	Pret P - Pret CD	19.36	.01
C. Distancia = 1.875	Pret P - Pret CB	22.03	.01
C. Balanza = 1.75	Pret D - Pret CP	12.39	.01
	Pret D - Pret CD	12.39	.01
Postest de Selección con:	Pret D - Pret CB	14.54	.01
Balanza = 4	PosS B - PosS CP	31.07	.01
Peso = 3.375	PosS B - PosS CD	19.36	.01
Distancia = 3.625	PosS B - PosS CB	16.873	.01
C. Peso = 1.625	PosS P - PosS CP	16.873	.01
C. Distancia = 2.125	PosS P - PosS CD	8.60	.01
C. Balanza = 2.25	PosS P - PosS CB	6.97	.01
	PosS D - PosS CP	22.03	.01
Postest Final con todos los tipos de	PosS D - PosS CD	12.39	.01
Problemas = 4	PosS D - PosS CB	10.416	.01
	Pret CP-PosF CP	24.87	.01
	Pret CD-PosF CD	24.87	.01
	Pret CB-PosF CB	27.892	.01
	PosS CP-PosF CP	31.07	.01
	PosS CD-PosF CD	19.36	.01
	PosS CB-PosF CB	16.873	.01

TABLA No. 19

INDICE DE DIFICULTAD DE LOS PROBLEMAS
DE LA BALANZA PARA EL GRUPO DE ENTRENAMIENTO

Indice de Dificultad (de mayor a menor)	Tipo de Problema
1o.	Conflicto de Peso
2o.	Conflicto Distancia
3o.	Conflicto Balanza
4o.	Distancia
5o.	Peso
6o.	Balanza

TABLA No. 20

PROBLEMAS REALIZADOS EN EL ENTRENAMIENTO

Tipo de Problema	Planteado por:						Orden
	Experimentador		Sujeto		Global		
	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%	
Balanza	17	11.33	8	5.33	25	16.66	2o.
Peso	16	10.66	8	5.33	24	16	3o.
Distancia	17	11.33	8	5.33	25	16.66	2o.
C. Peso	8	5.33	8	5.33	16	10.66	5o.
C. Distancia	9	6	8	5.33	17	11.33	4o.
C. Balanza	32	21.33	11	7.33	43	28.66	1o.

tificar los arreglos y observar la posibilidad de compensación cuantitativa de los valores de peso y distancia. No hubo gran necesidad de plantear arreglos fáciles frecuentemente, dado que los sujetos ya los manejaban de alguna forma, y más bien sirvieron para explicitar las reglas que subyacen a éstos y entrenar al sujeto en el control sistemático de las variables involucradas y en la discriminación de las condiciones bajo las que se presentan los diferentes tipos de problemas. A su vez, los problemas de conflicto distancia y conflicto peso sirvieron para corroborar la regla IV una vez que ésta fue descubierta. El experimentador planteó el 66.66% de los problemas, y el sujeto el 34%, notándose que este último hacía arreglos propios en dos situaciones: para corroborar las reglas que iba descubriendo, y para manifestar las dudas que aún tenía.

15. Se clasificó a los 8 participantes en el entrenamiento en las reglas y subestadios correspondientes a su ejecución en la tarea de la balanza, considerando todas las evaluaciones que pasaron. Los criterios de clasificación fueron los ya descritos anteriormente. Los datos se encuentran en la tabla no. 21, donde observamos que al iniciar el entrenamiento, siete sujetos (87.5%) se ubicaban en el subestadio IIB regla III, y sólo uno (12.5%) en el IB, regla I, para quedar todos en el IIIA operacional formal inicial, regla IV, al finalizar el entrenamiento.

16. Inicialmente se pensó obtener un índice de correlación para las puntuaciones obtenidas en el postest final y la prueba de transferencia (proyección de sombras) con los participantes del entrenamiento. Dado que los 8 sujetos obtuvieron las puntuaciones máximas posibles en ambas pruebas, no se consideró necesario realizar ya dicho análisis, puesto que los resultados indicaron una transferencia total de la tarea de la balanza a la tarea de proyección de sombras.

17. Por otra parte, se calcularon coeficientes de correlación producto momento de Pearson (Levin, 1972) para las evaluaciones de

TABLA No. 21

CLASIFICACION DE LOS SUJETOS DEL
ENTRENAMIENTO EN REGLAS (SIEGLER)
Y SUBESTADIOS (PIAGET)

Sujeto Número	Pretest		Postest Selección		Postest Final	
	Regla	Estadio	Regla	Estadio	Regla	Estadio
S ₃	III	IIB	Inclasificable		IV	IIIA
S ₄	III+CP	IIB	III+CP,CD	IIB	IV	IIIA
S ₁₂	III+CB	IIB	III+CP,CB	IIB	IV	IIIA
S ₂₂	III+CD	IIB	III+CD	IIB	IV	IIIA
S ₂₄	III+CD	IIB	III+CD	IIB	IV	IIIA
S ₃₃	Inclasificable		III+CD	IIB	IV	IIIA
S ₃₄	III+CD,CB	IIB	III+CD	IIB	IV	IIIA
S ₄₄	I	IB	Inclasificable		IV	IIIA
Subestadio		IIB,	Regla III	n = 7 ,	87.5%	Antes de
Subestadio		IB,	Regla I	n = 1 ,	12.5%	Entrenamiento
Subestadio		IIIA,	Regla IV	n = 8 ,	100.0%	Despues de
						Entrenamiento

precurrentes y la selección de razonamiento mecánico del DAT con el pretest y el postest de selección. Se obtuvieron los siguientes índices: para precurrentes-pretest $r = 0.1599$; para precurrentes-postest de selección $r = 0.213$; para DAT-pretest $r = 0.2395$; - para DAT-postest de selección $r = 0.119$. Ninguna de las correlaciones obtenidas fue significativa. Con el fin de explicar este resultado, se analizó de manera detallada la ejecución de los sujetos en la evaluación de precurrentes.

18. En dicho análisis de la evaluación de precurrentes, se buscó determinar en qué medida los sujetos cubrían estos satisfactoriamente antes del entrenamiento. Se empleó estadística descriptiva y los datos se concentran en la tabla no. 22. Nótese que se incluyen 9 sujetos, puesto que se adicionan los resultados de esta evaluación con el único sujeto que desde el inicio de la investigación ya poseía la regla IV, y al cual se consideró de interés entrevistar, evaluar precurrentes y medir su capacidad de transferencia. Los datos indican que la mayoría de los sujetos poseían las nociones precurrentes importantes para la solución de la tarea de la balanza y la comprensión de las reglas asociadas a esta. Sin embargo, fallaban en el manejo del algoritmo matemático para la solución de problemas de proporcionalidad directa (más o menos la mitad de los sujetos) e inversa (la mayoría). La escasa variabilidad de las puntuaciones explica la baja correlación de precurrentes con el pretest y el postest de selección. Lo mismo sucede con la selección de Razonamiento Mecánico del DAT, donde sorprendentemente, los sujetos del entrenamiento (sexo femenino) alcanzan puntajes altos, con poca variabilidad.

19. Por otra parte, se analizaron los datos reportados por los sujetos en la entrevista previa al entrenamiento. Para cada pregunta, se derivaron las categorías que se consideraron pertinentes, y se calculó la frecuencia y el porcentaje para cada una de ellas. El análisis de dicha entrevista se presenta, por consideraciones de espacio, en el apéndice "A", al final de esta --

TABLA No. 22

ANALISIS DE LA EVALUACION DE
PRECURRENTES

Reactivos	Categoría	Frecuencia	Porcentaje
1 - 3	Manejo de nociones de peso y fuerza	9	100
4 - 5	Manejo de conceptos de equilibrio-desequilibrio	9	100
8 - 9	Manejo de concepto de proporcionalidad		
	Completamente	6	66.66
	Parcialmente	3	33.33
10 - 14	Diferenciación de proporcionalidad directa de inversa	9	100
15	Aplicación de algoritmo de proporcionalidad inversa	1	11.11
16	Aplicación de algoritmo de proporcionalidad directa	4	44.44

sección.

Los datos indican que después de recibir algún tipo de experiencia, y antes de pasar por un entrenamiento guiado, todos los sujetos ya habían identificado perfectamente las variables relevantes a la tarea de la balanza, sabían que su funcionamiento se rige siempre por reglas, y en algunos casos (44.44%) llegaron a enunciar de manera cualitativa algunas de las reglas sencillas propuestas por Siegler. Sin embargo, se observa que la mayoría sigue teniendo dudas para resolver los problemas de conflicto y no puede plantear la existencia de una relación de proporcionalidad inversa que de cuenta de la solución de la tarea. Se observa que aunque los sujetos no pueden precisar cuantitativamente las relaciones existentes, reportan diversas experiencias previas que les han servido para comprender la tarea de equilibrio de la balanza (principalmente, el juego del sube y baja). Asimismo, los sujetos ofrecieron una gran variedad de situaciones en que pueden aplicarse los principios subyacentes a la tarea de la balanza.

20. Finalmente, se realizó un análisis individual con los 8 sujetos que recibieron entrenamiento. Este se realizó para observar el curso que tuvo el descubrimiento de la regla IV y resaltar los factores más significativos asociados al mismo considerando las manifestaciones individuales de cada participante. Debe mencionarse que todos fueron personas del sexo femenino, con un rendimiento escolar promedio de B y MB en la licenciatura en Psicología que están por concluir. En todo momento, los participantes mostraron un alto nivel de motivación y cooperación en la resolución de la tarea. No recibieron retribución material de ninguna índole por su participación en la investigación. Se decidió omitir el nombre de los sujetos participantes, pero se les identifica por el número que les correspondió entre los 44 participantes en el estudio; por consiguiente, los sujetos se identifican con los números 3, 4, 12, 22, 23, 24, 33, 34, 44.

Análisis Individual.

Sujeto 3.

En el Pretest se ubicó en la regla III subestadio IIB. Recibió la experiencia de experimentación, posterior a la cual, en el postest de selección, resultó en la categoría de inclasificable, pues ya no resolvió a criterio los problemas del tipo II o problemas de peso (que había resuelto previamente en el Pretest), aunque mejoró en los problemas de conflicto. En la entrevista, dejó entrever que no le quedaba claro qué elementos integraban una regla que diera cuenta del funcionamiento de la balanza, mencionando como posibles factores fuerza de gravedad, atracción del peso, distancia al centro y fuerza centrífuga. Su estrategia para solucionar los arreglos que se le presentaban, era observar peso y distancia en cada ocasión, y aunque no podía explicitar claramente la relación de ambas variables, lograba compensaciones cualitativas en algunos problemas de conflicto. Reportó que no podía resolver los problemas de peso diferente a distancia diferente (es decir, los de conflicto). Aunque dijo que seguramente en la Preparatoria le habían dado fundamentos teóricos de Física para resolver la tarea de la balanza, no los recordaba; pero que como conocimientos previos podía reportar observaciones en el mercado al pesar cosas. Como aplicaciones de los principios que subyacen a la tarea de la balanza: el manejo de un coche al tomar las curvas considerando el peso que carga. Manejó las nociones precurrentes de equilibrio-desequilibrio y proporcionalidad adecuadamente, pudo plantear los problemas 15 y 16 de dicha evaluación como problemas de proporcionalidad, pero no recordó el algoritmo matemático correcto. En el entrenamiento, necesitó 18 arreglos para concluir éste satisfactoriamente, ubicándose posteriormente en el subestadio IIIA piagetiano y regla IV de Siegler, dado que solucionó con puntajes máximos tanto el postest final como la prueba de transferencia.

Sujeto 4.

En el pretest, se ubicó en la regla III, solucionando además los problemas de conflicto peso, y de acuerdo a Piaget, se le identificó en el subestadio IIB. Recibió como experiencia la de experimentación, y en el postest de selección se encontró que además de los problemas ya mencionados, podía resolver los de conflicto - distancia, pero realizando compensaciones cualitativas, por lo que permaneció en la misma regla y subestadio. En la entrevista enunció como regla que cada unidad o cada unidad y media de peso equivalían a dos unidades de distancia, diciendo que debía equilibrarse una unidad de peso a cinco de distancia con dos unidades de peso a cuatro de distancia; se observó que en los ensayos que le resultaban difíciles de resolver, sumaba el valor de peso y distancia en cada brazo y los comparaba, es decir, consideraba que $P+D = P'+D'$. Reportó que la confundía mucho el papel de la variable distancia, que no lograba coordinar con peso. Como conocimientos previos, citó sus observaciones en el juego del sube y baja y las básculas comerciales; aunque dijo que los conocimientos subyacentes a la tarea le eran de poca utilidad personal, tenían gran importancia en las construcciones. Poseía los conceptos de equilibrio desequilibrio y diferenciaba las proporcionalidades directa e inversa, y aunque quiso aplicar regla de tres en los problemas 15 y 16, no recordó el algoritmo. Necesitó 19 arreglos en el entrenamiento (principalmente de conflicto balanza) (para concluir éste satisfactoriamente.) Solucionó con puntajes máximos el postest final y la prueba de transferencia (proyección de sombras). Al final del estudio se le ubicó en el subestadio IIIA regla IV, es decir, en pensamiento formal inicial.

Sujeto 12.

En el pretest se ubicó en la regla III resolviendo además los problemas de conflicto balanza, subestadio IIB. Recibió la experiencia de observación y en el postest de selección se encontró -- que además podía resolver los problemas de conflicto peso, por lo que se ubicó en la subregla III+ CP, CB , subestadio IIB. Fue el sujeto que manifestó poseer, antes del entrenamiento, una clara -noción de los principios subyacentes al funcionamiento de la balanza, resolviendo y diferenciando las siguientes situaciones: pe sos iguales con distancias iguales; pesos iguales con distancias diferentes; y pesos diferentes con distancias iguales. Dijo que cuantificaba pesos y distancias pero no pudo indicar la relación entre ambos, solo dijo que "me imagino para dónde va la balanza". Expresó que sus dudas se centraban cuando había pesos diferentes a distancias diferentes. Como conocimientos previos reportó sus observaciones en el sube y baja y al pesar mercancía; dijo que en cuanto a la escuela, el tema se le hacía relacionado con palancas, pero sin poder precisar más recordó lo de "Dame un punto de apoyo y moveré al mundo". Como aplicaciones de los principios subyacentes al funcionamiento de la balanza, mencionó que al poner libreros, debe calcularse dónde poner las ménsulas. Manejó adecuadamente los principios de equilibrio-desequilibrio y los dos tipos de proporcionalidad, y resolvió los problemas 15 y 16 por proporcionalidad directa. Necesitó 22 arreglos para concluir satisfactoriamente el entrenamiento, y obtuvo las puntuaciones máximas en el postest final y la prueba de transferencia, por lo que se le -ubicó en el subestadio IIIA, regla IV.

Sujeto 22.

En el pretest se ubicó en la regla III, pudiendo resolver además los problemas de conflicto distancia; se clasificó en el subestadio IIB. En la entrevista dijo que el principio que subyace a la balanza es que "un cuerpo pesado y uno ligero pueden balancearse poniendo el pesado más hacia el centro y el ligero más hacia el extremo". Su procedimiento específico para solucionar la tarea consistía en cuantificar el peso y la distancia y observar si estaba hacia el centro o hacia el extremo sin llegar a una relación cuantitativa más precisa. Como único conocimiento previo mencionó su experiencia con el sube y baja y reportó que los principios que subyacen a la balanza pueden servir a las mujeres que tienen poca fuerza para cambiar la llanta de un coche, posibilitando subir éste, y en la cocina, al pesar cosas. Pudo comprender los conceptos de equilibrio-desequilibrio y los dos tipos de proporcionalidad, fue el único sujeto que en precuarentes resolvió los problemas 15 y 16 aplicando proporcionalidad inversa y directa respectivamente. Concluyó el entrenamiento en sólo 16 ensayos, siendo el sujeto que necesitó menos problemas para hacerlo. Resolvió el postest final y la prueba de transferencia con puntajes máximos y se le ubicó al final en el subestadio IIIA regla IV.

Sujeto 23

Esta persona manifestó poseer, desde el comienzo del estudio, en el pretest, un conocimiento avanzado del funcionamiento de la balanza, aunque en dicha evaluación inicial no explicitó aplicar la fórmula apropiada, sino más bien lograr compensaciones cualitativas. Participó en el grupo de observación-experimentación y en el postest de selección reportó emplear la fórmula $P \times D = P' \times D'$; su ejecución la ubicó en la regla IV subestadio IIIA. Obviamente, no se consideró pertinente dar entrenamiento a este sujeto, pero si entrevistarla y someterla a la evaluación de precurrentes y a la de proyección de sombras, para ver si podía transferir sus conocimientos a otra tarea. Reportó poseer dichos conocimientos desde 3o. de Secundaria, pues en la materia de Física (que era de su predilección) estudió cuestiones referentes al momento de palancas. Al participar en esta investigación, dijo recordar la fórmula peso por distancia; no se le había olvidado esta información porque los conocimientos que le dieron en Física fueron para ella muy interesante, el maestro les hacía observar el mundo que los rodeaba, empleando analogías y ejemplos comprensibles, y evidentemente ello produjo un aprendizaje significativo. Dijo que los mismos principios funcionaban en balanzas análogas, al cambiar las llantas a un coche y al cargar bolsas de mandado. Su ejecución en precurrentes fue casi perfecta, sólo se equivocó en el algoritmo de proporcionalidad inversa. Al someterse a la tarea de proyección de sombras, pudo transferir los conocimientos que ya poseía sobre la tarea de la balanza para solucionar la -- primera correctamente.

Sujeto 24.

En el pretest se ubicó en la subregla III+ CD, subestadio - IIB. Participó en la experiencia de observación-experimentación y después del postest de selección se encontró que no había variado su ejecución, por lo que permaneció en la misma clasificación. En la entrevista, enunció adecuadamente los principios que subyacen a las siguientes situaciones: igual peso igual distancia, diferente peso igual distancia. Para ella, cada lugar equivalía a un peso, y se encontró que aplicaba un procedimiento aditivo para solucionar los problemas de la balanza, sumando los valores de peso con los de distancia (es decir $P+D = P'+D'$). Sus errores se centraban en los problemas de conflicto. Reportó no recordar ningún conocimiento previo relacionable con la tarea de la balanza, y dijo que sólo podía pensar en el sube y baja como otra situación donde podían aplicarse los principios subyacentes a la tarea. Aunque solucionó perfectamente la parte de precurrentes correspondiente a equilibrio-desequilibrio y proporcionalidad, no pudo plantear los problemas 15 y 16 como problemas de este tipo, no recordando los algoritmos correspondientes. Concluyó el entrenamiento en 18 ensayos, y obtuvo los puntajes máximos en el postest final y en la prueba de transferencia. Al final de su participación, se le ubicó en el subestadio IIIA, regla IV.

Sujeto 33.

En la evaluación inicial se le encontró un patrón de ejecución inclasificable, pues sólo resolvió satisfactoriamente los problemas de balanza y peso, encontrándose que sus razonamientos se apoyaban en la variable peso, pero en forma inconsistente, no podía aclararse el papel de la variable distancia. Recibió la experiencia de observación-experimentación y podemos decir que fue de los pocos sujetos que se benefició significativamente de la misma, pues en el postest de selección alcanzó la regla III y solucionó además los problemas de conflicto distancia, y ella misma reportó haber aclarado muchas dudas gracias a la experiencia recibida. En la entrevista, afirmó que "una unidad de distancia equivale a una unidad de peso"; dijo dar un valor a peso y distancia y sumarlos, "por ejemplo, dos de peso con dos de distancia deberían balancear a tres de peso con uno de distancia, o sea que $2+2=3+1$ ". Sin embargo, ella misma dudaba de esta relación, "no estoy segura si hay una relación como lo que dije o una proporción entre distancia y peso". Como conocimientos previos sólo reportó su experiencia en el sube y baja y opinó que a ella directamente no le servían de mucho, pero que seguramente en el "manejo de aparatos grandes que implican balanzas" tenían gran aplicación los principios subyacentes. Se desempeñó satisfactoriamente en precurrentes, pero no pudo recordar el algoritmo apropiado para resolver los problemas 15 y 16, aunque los identificó como problemas de proporcionalidad. Su entrenamiento requirió de 19 arreglos, obtuvo la calificación máxima tanto para el postest final como para la tarea de transferencia, y se clasificó en el subestadio IIIA regla IV.

Sujeto 34

En el pretest se encontró que era la persona (entre las que recibieron entrenamiento), que mostraba la ejecución más completa en la tarea, pues resolvía los problemas correspondientes a la regla III y los de conflicto distancia y conflicto balanza por medio de compensaciones. Estuvo en el grupo control, por lo que no recibió ningún tipo de experiencia, y en el postest de Selección decremó ligeramente su ejecución pues ya no resolvió los problemas de conflicto balanza a criterio. En la entrevista se observó que le costaba trabajo plantear verbalmente los conocimientos que ya poseía sobre la tarea, por lo que sus respuestas al respecto fueron más bien vagas. Dijo que era importante que "no haya descompensación en ambos lados porque se pierde el equilibrio", y como procedimiento para enfocar la tarea reportó imaginar los lugares en que está el peso, e imaginar cuál era más relevante. Sus dudas se centraban en los problemas de conflicto, "cuando pones mucho peso cerca del centro en un lado y poco peso en el extremo en el otro". Como experiencia previa, reportó un dato interesante, pues dijo que en su primaria había una balanza en donde ponían una piedra y un cartón, y sus volúmenes eran diferentes, pero los alumnos tenían que decidir si podía haber equilibrio. Reportó que los principios que subyacen a la balanza pueden aplicarse en construcciones, poleas, gato hidráulico, tendederos de ropa, básculas, y bandas para equipaje en el aeropuerto. Su ejecución fue satisfactoria en precurrentes, aunque sólo resolvió el problema 16 por medio de proporcionalidad directa. Con 20 arreglos concluyó su entrenamiento en inducción de reglas, y obtuvo los puntajes máximos en el postest final y en la prueba de proyección de sombras, por lo que se le ubicó en la regla IV, subestadio IIIA.

Sujeto 44

En el pretest manifestó una ejecución pobre; sus respuestas se basaban en la variable peso, pues aunque mencionó el factor - distancia, no comprendía la relación que en establecía entre ésta y los cambios en el peso, por lo que se clasificó en la regla I, subestadio IB correspondiente a pensamiento preoperacional. - Perteneció al grupo control, y en el postest de selección su ejecución fue similar a la previa, de hecho, no varió su puntuación total, aunque mostró mayor comprensión de los problemas de conflicto. En la entrevista reportó comprender la situación de pesos iguales a distancias iguales, y dijo que si no se daban estas condiciones, debía haber alguna forma de compensación entre el peso y la distancia. Reportó que en cada arreglo se imaginaba - que pasaría si se le soltaba el aparato, y con base en ello respondía. Relacionó como conocimientos previos "cuestiones de Física elemental que aprendí desde pequeña: para que algo esté en -- equilibrio, debe tener el mismo peso y la misma distancia". Su ejecución fue satisfactoria en la sección de precurrentes y aunque pudo plantear los problemas 15 y 16 como problemas de proporcionalidad, no recordó el algoritmo apropiado para resolverlos. Requirió 18 arreglos para cubrir satisfactoriamente los objetivos del entrenamiento, y resolvió perfectamente tanto el postest final como la prueba de proyección de sombras. Al finalizar el estudio, al igual que todos los sujetos que participaron en el - entrenamiento, se ubicó en la regla IV, subestadio IIIA.

Apéndice "A"

Análisis de las preguntas de la entrevista.

Pregunta 1.		con n= 9	
Aspectos (variables) que toma en cuenta:	frecuencia	%	
a) peso	-	-	
b) distancia	-	-	
c) peso y distancia	9	100	
d) otro	-	-	

Pregunta 2.			
Funcionamiento de la balanza regido por:			
a) reglas siempre	9	100	
b) no reglas. azaroso	-	-	
c) reglas a veces	-	-	

Pregunta 3.			
Explicación de reglas:			
a) enuncia cuantitativamente la regla general, estableciendo la relación peso distancia e indicando el resultado	1	11.11	
b) enuncia cualitativamente alguno o varias reglas, estableciendo la relación peso-distancia e indicando la resultante	4	44.44	
c) enuncia cualitativamente alguna o varias reglas, pero sólo hace mención de las variables involucradas (peso-distancia) o parcialmente del resultado.	1	11.11	
d) enuncia cualitativamente alguna o varias reglas, pero confunde las variables involucradas.	1	11.11	
e) enuncia cuantitativamente la regla, pero la equivalencia es errónea (emplea p.e. procedimientos aditivos)	2	22.22	

Pregunta 4.	frecuencia	%.
Procedimientos empleados por el sujeto.		
a) asigna valores cuantitativos a peso y distancia, aplica la fórmula $P \times D = P' \times D'$.	1	11.11
b) asigna valores cuantitativos a peso y distancia, aplica un procedimiento aditivo ($P + D = P' + D'$).	3	33.33
c) asigna valores cuantitativos a peso y distancia, decide el resultado compen <u>sando</u> cualitativamente.	5	55.55

Pregunta 5.

Dudas reportadas por el sujeto.

a) reporta tener dudas en cuanto al papel que juega la variable distancia	1	11.11
b) duda en los problemas de conflicto (diferente peso y diferente distancia)	4	44.44
c) duda en la cuantificación del tipo de proporción que debe establecerse	1	11.11
d) no pudo precisar exactamente los casos en que tiene duda		
e) no reporta tener dudas	1	11.11

Pregunta 6.

Los arreglos en la balanza son

a) mismo tipo, mismo nivel de dificultad	-	-
b) diferente tipo, mismo nivel de dificultad	-	-
c) mismo tipo, diferente nivel de dificultad	-	-
d) diferente tipo, diferente nivel de dificultad	9	100

Pregunta 7.

Los sujetos consideran la tarea:	frecuencia	%
a) fácil	2	22,22
b) ni fácil ni difícil	3	33,33
c) difícil	4	44,44

Pregunta 8.

Los sujetos consideran la tarea:		
a) aburrida	1	11,11
b) ni aburrida ni interesante	1	11,11
c) interesante	7	77,77

Pregunta 9.

Conocimientos previos:

a) relacionados con enseñanza escolarizada	5	55,55
b) relacionados con experiencias propias cotidianas	5	55,55
c) reporta no poseer conocimientos previos	1	11,11

Situaciones específicas reportadas:

- balanzas semejantes	1	11,11
- juego del sube y baja o balancín	4	44,44
- observaciones en el mercado	2	22,22
- básculas	1	11,11
- conocimientos de física sobre fuerzas de atracción	1	11,11
- conocimientos escolares relativos a - palancas	1	11,11
- conocimientos de física elemental sobre equilibrio	1	11,11
- conocimientos sobre el "momento" de palanca	1	11,11
- conocimiento de la fórmula $P \times D$	1	11,11

Pregunta 10.

frecuencia %

Aplicaciones de los principios que subyacen la tarea de la balanza:

- construcciones	3	33.33
- poleas	1	11.11
- gato hidráulico	1	11.11
- bandas para equipaje en el aeropuerto	1	11.11
- básculas	2	22.22
- manejo de aparatos grandes que implican balanzas	1	11.11
- manejo de automóviles al tomar curvas	1	11.11
- al cambiar la llanta del automóvil	2	22.22
- al pesar cosas en la cocina	1	11.11
- juego del sube y baja	3	33.33
- equilibrio de maquinaria empleando un eje	1	11.11
- libreros que se clavan usando ménsulas	1	11.11
- al cruzar un arroyo pisando un tronco atravezado	1	11.11
- balanzas de tortillerías	1	11.11
- al cargar bolsas del mandado	1	11.11
- no aplicable en actividades cotidianas personales	2	22.22

CONCLUSIONES

Y

DISCUSION

Conclusiones y Discusión

Bajo la suposición de que la simple experiencia que pudiera tener un sujeto con la balanza no era suficiente para que pudiera inducir las reglas más complejas que la balanza implica en su funcionamiento, no es sorprendente que en la primera parte de la investigación no se hayan encontrado resultados significativos cuando se sometió a la totalidad de la muestra estudiada a diferentes tipos de experiencias.

Como ya habíamos indicado, esta interacción, más o menos libre, sujeto-aparato permitiría principalmente la obtención de retroalimentación sobre las predicciones formuladas. Los datos indican que ésta es una condición importante pero no suficiente para descubrir las reglas más complejas; pues aunque a partir de la retroalimentación la mayoría de los sujetos comprendió que la tarea de equilibrio los enfrentaba a diferentes problemas, de complejidad creciente, no les permitió delimitar éstos claramente ni comprender que a esta subyacía un esquema de proporcionalidad inversa. No obstante, no puede concluirse que las experiencias no ofrecieron ningún tipo de ayuda al sujeto; considerando el análisis conducido con puntajes de ganancia entre las dos primeras evaluaciones, observamos que los grupos que recibieron experiencias (observación, experimentación y observación-experimentación) aumentaron sus puntuaciones principalmente en los problemas de conflicto (problemas "difíciles") en contraste con el grupo control cuya puntuación media permaneció sin variaciones. Se postula que las experiencias recibidas ayudaron a los sujetos a comprender un poco -- más la lógica de los problemas de conflicto, en el sentido de explorar de manera más consistente la posibilidad de realizar compensaciones de tipo cualitativo para estas situaciones. Es interesante observar, en el análisis con puntajes de ganancia, que el grupo de observación supera a los demás, considerándose que esto sucedió debido a que en este tipo de experiencia, al presentarse a los sujetos problemas arreglados por orden de dificultad, e in-

cluyéndose los seis tipos posibles, con diversas instancias para cada uno de ellos, permitió a los sujetos captar las regularidades subyacentes a los mismos, observar una secuencia de dificultad progresiva y comparar los resultados obtenidos según el tipo de arreglo. Esta experiencia empírica mostraba a los sujetos en medio ambiente más "ordenado" que las demás, lo que guiaba sus predicciones en mayor medida. En contraste, las experiencias que incluían experimentación libre, no permitían al sujeto captar esa secuencia progresiva, y sucedía que muchos de los participantes se enfrascaban en la solución de arreglos "fáciles" - que en realidad, no aportaban nada nuevo a los conocimientos que ya poseían en la tarea.

Consideramos que estos hallazgos tienen implicaciones importantes hacia la educación; para el caso de tareas complejas, que involucran diversas variables, y donde la relación entre éstas no es explícita, el procedimiento instruccional no debe ser, ni la transmisión de conocimientos acabados, ni el dejar al sujeto solo interactuando libremente con la tarea, sino diseñar experiencias significativas cuidadosamente planeadas, en donde el sujeto participe activa y críticamente en el descubrimiento de las soluciones. Probablemente en este punto se localicen muchas de las fallas de algunos de los supuestos métodos "activos" o "innovadores", que al pretender que el sujeto descubra por sí mismo el conocimiento, lo enfrentan a situaciones de instrucción libre, sin darle ninguna guía ni ofrecerle elementos que le permitan anclar los conocimientos que posee en las características y demandas de la nueva tarea. En este sentido, el diseño instruccional debe considerar un análisis adecuado de la tarea, de los pasos y estrategias que llevan al sujeto tanto a la solución exitosa como a la errónea para la misma. Por otra parte, es indispensable tener claros los objetivos a cubrir por parte del sujeto e incluir en la experiencia educativa información y términos familiares y motivantes.

Tomando en cuenta los elementos anteriores, que se trataron

de conjuntar en la fase del entrenamiento, observamos que es en una situación de esta naturaleza que el sujeto puede captar las características y demandas de la tarea y conjuntarlas con los conocimientos que ya posee (asimilación) para posteriormente proporcionar una solución adecuada a dicha tarea, lo que se traducirá en una transformación de sus estructuras de conocimiento existentes en relación a la misma (acomodación).

En la presente investigación, todos los sujetos participantes en el entrenamiento lograron descubrir el esquema subyacente a la tarea (proporcionalidad inversa), generalizándolo a los diferentes tipos de problemas planteados, empleando un algoritmo matemático correcto. Es interesante notar que esto no requirió muchos más ensayos en comparación a los de la fase de Experiencias, pues los datos indican que el entrenamiento requirió un promedio de 18.75 arreglos, contra los 18 para cada tipo de experiencia. Inclusive, podría pensarse en la posibilidad de diseño de este tipo de situaciones para grupos pequeños, no sólo para instrucción individual, que no es factible de impartir en nuestro medio escolar.

Adicionalmente, quisiéramos resaltar, con respecto al entrenamiento, que cuando se busca la inducción de reglas complejas para tareas de índole experimental como las planteadas por Piaget, tal inducción debe contemplar todas las nociones conceptuales que subyacen a la tarea, de tal forma que el procedimiento conduzca a los sujetos a resolver y comprender la tarea, no a la resolución mecánica de la misma. En este sentido, se considera que el planteamiento que acredite a un sujeto resolver la regla IV de Siegler y lo ubique como "pensador formal" simplemente cuando descubre fortuitamente que debe multiplicar el valor de peso por el de distancia, o cuando alguien se lo dice, es erróneo, pues lo importante es que el sujeto comprenda cabalmente el fenómeno del equilibrio; captando que éste se establece cuando dos fuerzas actuantes (peso y distancia) en un brazo, se compensan -

con las fuerzas que actúan en sentido contrario, y que si esta compensación no se da, se producirá un desequilibrio. Consideramos que a este nivel accedieron las respuestas de nuestros sujetos en la fase de entrenamiento, es decir, a un subestadio IIIA, pensamiento formal inicial. Sin embargo, no podríamos ubicarlos en el subestadio IIIB, formal avanzado, donde Piaget plantea debe darse una explicación mucho más completa del fenómeno de equilibrio, involucrando nociones más complejas, no deducibles simplemente a partir de observación empírica como la conducida (nociones como "trabajo") para lo cual consideramos nuestra población no posea los precurrentes pertinentes.

En relación a los diferentes tipos de problemas de la balanza, en este trabajo se les agrupó en dos categorías: los problemas "fáciles" (balanza, peso y distancia) y los problemas "difíciles" (los tres tipos de conflicto). En las dos primeras evaluaciones, (pretest y postest de selección) los problemas fáciles siempre superan en puntaje a los difíciles, y cuando se obtienen índices de dificultad, encontramos siempre el bloque de los difíciles encima del de los fáciles. Una diferencia importante con el trabajo de Siegler, predecesor del aquí conducido, es que el tipo de problema para el que se dan menos respuestas correctas, es el de conflicto balanza, mientras que en este estudio, es el de conflicto peso. En nuestro caso, consideramos que los problemas de conflicto balanza muestran de una forma más explícita la posibilidad de compensación entre las variables peso y distancia, pueden plantearse lo que denominados arreglos "simétricos" (donde el valor ordinal de peso en un brazo corresponde al de distancia en el otro, y viceversa). Sucede que este tipo de arreglos ayudó mucho a los participantes a comprender la mecánica de la tarea; de hecho, estos fueron los problemas que más se realizaron durante el entrenamiento, y los que permitieron a los sujetos cuantificar las variables involucradas y buscar regularidades matemáticas para las relaciones establecidas. En contraste, los problemas de conflicto peso no ofrecían esta posibi-

lidad de compensación de manera evidente, y sólo se resolvían a criterio en el momento que se comprendía el esquema de proporcionalidad subyacente y se aplicaba el algoritmo apropiado,

La clasificación de los participantes en el estudio en las categorías de manejo de reglas y pertenencia a un estadio de desarrollo cognoscitivo, se realizó partiendo de la contrastación que se hizo de ambos enfoques en el capítulo III. Notamos que los criterios piagetianos se centraban en los aspectos cualitativos de la ejecución (qué variables se manejaban, cómo se vinculaban, qué situaciones se resolvían, sin especificar criterios numéricos de ejecución) mientras que los criterios de Siegler se enfocaban en aspectos cuantitativos (número de arreglos resueltos exitosamente en cada tipo de problema, debiendo resolverse un -- 86,6% aproximado con base a una regla específica). Conjuntando ambas posturas, desarrollamos criterios propios (ver apartado no. 5 de Resultados) que se enfocaron a revalorar los razonamientos ofrecidos por los sujetos ante los diferentes problemas. Postulamos que la obtención de medidas objetivas de la ejecución de los sujetos (propugnadas por los neopiagetianos) no debe descuidar el análisis cuidadoso de los razonamientos y estrategias desplegados por los sujetos, por lo que una estandarización rígida de los procedimientos de administración de las tareas y de las normas de calificación para determinar niveles de desarrollo cognoscitivo, no la consideramos adecuada. Deberían, más bien, desarrollarse instrumentos de evaluación, que siendo válidos y confiables, sean flexibles en el sentido de integrar situaciones -- planeadas, objetivas y uniformes en lo posible, pero que siempre soliciten a los sujetos la justificación de sus respuestas y sus razonamientos.

Los datos de la clasificación realizada ubican a la mayoría de los sujetos en un nivel de pensamiento operacional concreto - avanzado en relación a la tarea administrada. Esto es, en gran medida, desalentador, considerando que son personas que se encuentran ya en una edad adulta, y era de suponerse, de acuerdo al mo

delo piagetiano, que ya manifestaran operaciones de pensamiento formal consolidadas. Sin embargo, y contemplando que Piaget mismo sostiene que existen factores determinantes que impiden o facilitan el logro de estas operaciones, presuponemos que el medio social y educativo de la muestra estudiada no ha favorecido el desarrollo de estas operaciones en relación a los contenidos de la tarea considerada. Dado que son estudiantes de Psicología, tal vez sus "intereses vitales" (determinantes, según Piaget) se alejen de las áreas de conocimiento que se involucran con la tarea de la balanza (Física y Matemáticas). Al respecto, consideramos importante detectar, tal como ya planteamos en el capítulo II, si estos sujetos manifiestan pensamiento formal en los campos de actividad y áreas de interés que les son propios, es decir, en relación a la Psicología y disciplinas afines. Para ello, es necesario plantear tareas que evalúen pensamiento formal en estas áreas.

De lo anterior no se concluye que los alumnos participantes no tuvieran estructuras de pensamiento formal, sino que en la ejecución observada en una tarea específica (balanza) no se manifestaron éstas; ello no implica que no pudieran manifestarlas entre otras tareas, ni que los sujetos entrenados resolverán en el futuro formalmente todas las tareas a que se enfrenten. Es interesante enfatizar esta distinción entre la ejecución manifestada inicialmente por nuestra población y el nivel de competencia que se observó en los participantes en el entrenamiento. Recordemos que estas ocho personas pudieron resolver a nivel formal la tarea planteada, e incluso una análoga, lo cual indica que tenían el potencial para hacerlo, pero por diversas razones (de índole cultural, principalmente), no lo habían manifestado. En consecuencia, proponemos que se revaloren las conclusiones obtenidas de los estudios que han postulado que los sujetos pertenecientes a niveles socioeconómicos bajos, grupos culturales subdesarrollados o al sexo femenino, no piensan formalmente, puesto que podrían llegar a hacerlo bajo condiciones apropiadas. En especial, queremos enfatizar que los ocho participantes en el entrenamiento pertenecían al sexo femenino, y que su actitud y disposición hacia la tarea -

se tradujeron siempre en rasgos como mucha iniciativa, cuestionamiento activo y búsqueda de solución a sus propias contradicciones, rasgos que, a esta edad, no se atribuyen siempre a las mujeres, que se plantea suelen asumir un rol pasivo. En la primera parte de la investigación, la ejecución de las mujeres no difiere significativamente de la de los hombres (16,95 puntuación promedio para mujeres, contra 16,71 para hombres).

También concluimos que la escala formada por los seis tipos de problemas que se empleó en el estudio se conforma a lo planteado por el modelo piagetiano en relación a la obtención progresiva de respuestas correctas considerando los niveles finales e iniciales de la escala. Esto nos lo indica el análisis de escalabilidad y homogeneidad conducido, que arrojó un índice satisfactorio de 0.75 con $p < .05$.

En lo tocante a la evaluación conducida para determinar las posibilidades de transferencia de las habilidades adquiridas en el entrenamiento, observamos que los sujetos pudieron relacionar ambas tareas (balanza y proyección de sombras) y aplicar exitosamente los conocimientos y estrategias descubiertas para la solución de la tarea de transferencia. Al respecto, retomando el trabajo de Brainerd (1977) se postula que si se observa el fenómeno de transferencia positiva hacia la tarea, esto implica que los sujetos han aprendido, gracias al entrenamiento, conceptos de carácter general y no sólo respuestas específicas aplicables a una sola tarea.

A pesar de que no se encontraron coeficientes de correlación altos ni significativos para las evaluaciones de conocimientos precurrentes y selección de Razonamiento Mecánico del DAT, no de seamos concluir que estos conocimientos no tuvieran un papel importante ni contribuyeran al éxito del entrenamiento. Antes bien, consideramos que estos índices se deben a que se observó escasa variabilidad en las puntuaciones de estas evaluaciones (todos los sujetos entrenados obtuvieron puntuaciones más o menos altas) en comparación con mayor variabilidad para las evaluaciones de pre-

test y postest de selección. Planteamos que todas las nociones precurrentes fueron elementos de anclaje valiosos, que ayudaron a los sujetos a ubicar, por una parte, la tarea a que se enfrentaban, y a relacionarla con conocimientos teóricos y observaciones previas que ya poseían. Los reportes verbales de los participantes durante las sesiones de entrenamiento apoyan estos supuestos. Para confirmarlos, sin embargo, debíamos haber tenido la posibilidad de trabajar con personas que no poseyeran estas precurrentes a un nivel satisfactorio. La evaluación de los conocimientos y habilidades precurrentes es un elemento indispensable en el diseño de una experiencia de entrenamiento como la conducida, pues es a través de una evaluación de esta índole que podemos apoyarnos en lo que el alumno ya conoce para inducir el aprendizaje de lo que aún no sabe, sucediendo, además, que la detección de sus ideas erróneas y contradicciones ofrece materia prima para enfrentar al sujeto a situaciones de conflicto que -- adecuadamente manejadas, le lleven a solucionar la tarea y resolver sus dudas. De la misma forma, la conducción de la entrevista previa al entrenamiento, arrojó datos valiosos para el diseño de este, y en algunos casos individuales, observamos que permitió a los participantes concientizar y tratar de vincular información que ya habían procesado pero que se encontraba dispersa e inco--nexa.

Existen algunas limitaciones dentro del estudio realizado -- que debemos dejar asentadas: por una parte, no fue posible controlar la cantidad de tiempo transcurrido entre las diferentes -- fases de la investigación, de tal manera que los sujetos recibieron los tratamientos a lapsos irregulares. Este factor no fue -- posible controlarlo debido a la calendarización del año escolar y a eventos imprevistos que sucedieron a lo largo de éste. Proponemos que en trabajos futuros se controle esta variable.

Por otra parte, no podemos afirmar que la población estudiada sea representativa del estudiante de licenciatura promedio, e incluso tal vez no lo sea del estudiante de Psicología, dado que

la obtención de la muestra no se realizó considerando como criterio su representatividad, ni se emplearon procedimientos aleatorios para toda la población de la Facultad de pertenencia, sino que se consideró la edad y disponibilidad de los sujetos. Sin embargo, se puso especial cuidado en la asignación de los participantes a las diferentes condiciones, tal como lo describimos en la sección correspondiente.

➤ Algunas líneas de futura investigación que deseamos sugerir, son las siguientes:

- la investigación de operaciones de pensamiento formal con poblaciones de diferentes áreas de estudio, especializaciones profesionales e intereses vitales. Derivado de esto, el diseño de tareas específicas para evaluar operaciones formales en estas áreas y delimitar los alcances y limitaciones del modelo piagetiano ante tareas no experimentales con contenidos de Física o Matemáticas.

- la investigación de la ejecución ante la tarea con poblaciones de diferentes edades y niveles escolares. Al respecto, ya se conduce un trabajo con la tarea de equilibrio en la balanza -- (Lule González, en proceso).

- investigar el efecto del factor sexo contando con una muestra de hombres y mujeres en la misma proporción.

- investigar la ejecución de los adolescentes y jóvenes en relación no a una sola tarea, sino a diversas tareas para obtener un panorama más amplio del nivel de desarrollo cognoscitivo de los estudiantes mexicanos.

- investigar y controlar el efecto de los llamados "factores prácticos" (Linn, 1982), es decir, aquellos que en gran medida de terminan cuándo es que el sujeto emplea una estrategia disponible. Entre estos, mencionaremos; las características de la tarea misma, la experiencia previa del sujeto en relación al contenido de la tarea, la familiaridad de las instrucciones, y el diagnóstico de los errores que comúnmente se cometen en su resolución.

- la investigación y diseño de otros procedimientos de entrenamiento que faciliten en el alumno el desarrollo de operaciones de pensamiento formal, no solo restringiéndose a tareas experimentales, sino a problemas escolares y personales cuya solución se demanda en forma cotidiana en el aula y la sociedad.

- considerando estos procedimientos alternativos, fomentar el diseño de estrategias que coadyuven a la llamada actividad cognoscitiva autorregulada (Moshman y Thompson, 1981) es decir, a la que conduzca a una toma progresiva de conciencia de la existencia y manejo de los procesos de aprendizaje personales. Así, la intención es capacitar al alumno no sólo como un hábil solucionador de problemas, sino como un buscador activo de los mismos. En otras palabras, considerar no sólo la emergencia de operaciones formales, sino de pensamiento metaconstructivo en el sentido que se le dió en el capítulo II.

- dado que el nivel de rendimiento académico de los participantes en la fase de entrenamiento fue en promedio de bien y muy bien, se sugiere analizar la ejecución y las posibilidades de inducir pensamiento complejo con alumnos de rendimiento escolar promedio y bajo.

- finalmente, investigar y controlar conjuntamente algunas de las variables individuales que han probado relacionarse con la emergencia del pensamiento formal, como: nivel educativo, área de especialización, nivel de rendimiento académico, nivel de inteligencia, sexo, cultura de procedencia, rasgos de personalidad, etcétera, en relación a población mexicana.

BIBLIOGRAFIA

Bibliografía

Arlin, P. K. Cognitive development in adulthood: a fifth stage?. Developmental Psychology, 1975, 11, 602-606.

Barrios Zamudio, M.A. Desarrollo intelectual del adolescente -- desde la perspectiva piagetiana. Tesina de Licenciatura. Facultad de Psicología, U.N.A.M., 1978.

Beard, R.M. An outline of Piaget's developmental psychology for students and teachers. Basic Books, Inc. Publishers, New York, 1969.

Bennett, G. K., Seashore, H. C. y Wesman, A. G. Pruebas de Aptitud Diferencial. Colegio Americano de Guatemala (Editores), 1947.

Biggs, J. B. Developmental processes and learning outcomes. J. R. Kirby y J. B. Biggs (eds.) Cognition, development and instruction. Academic Press Inc., 1980.

Brained, Ch. J. Feedback, rule knowledge and conservation learning. Child Development, 1977, 48, 404-411.

Braxton, L. M. The effects of instructions in sentential logic of the growth of the logical thinking abilities of junior high school students. Education, Theory and Practice, 1973, p.p. 657-658.

Calónico, H. y Larios, M. Matemática objetiva. Edit. E.C.L.A.L.S.A. México, 1970.

Case, R. Implications of neo-piagetian theory for improving the design of instruction. J. R. Kirby y J. B. Biggs (eds.) Cognition, development and instruction. Academic Press, Inc., 1980.

Case, R. Intellectual development from birth to adulthood: a neo-piagetian interpretation. R. S. Siegler (ed.) Children thinking: what develops?. Lawrence Erlbaum Associates Publishers, LEA, New York, 1978.

Case, R. The underlying mechanism of intellectual development. - J. R. Kirby y J. B. Biggs (eds.) Cognition, development and instruction. Academic Press Inc., 1980.

Christodoulou, A. Notas para la evaluación de la homogeneidad de las partes de una escala operatoria. F. Longeot (ed.) Psicología diferencial y teoría operatoria de la inteligencia. Ediciones Omega, Colección Ciencias de la Conducta, Barcelona, 1978.

Cloutier, R. y Goldschmid, M. L. Individual differences in the development of formal reasoning. Child Development, 1976, 47, -- 1097-1102.

Crismolo, F. G., Donoso, S. González, S., Ruis, A. y Westphal, J. A. Esquemas de pensamiento formal. Investigaciones Educativas - Venezolanas, 1(13):5-10, 1981.

Cropper, D. A., Meck, D. S. y Ash, M. J. The relation between -- formal operations and a possible fifth stage of cognitive development. Developmental Psychology, 1977, vol. 13, no. 5, 517-518.

Chapman, R. H. The development of children's understanding of -- proportions. Child Development, 1975, 46, 141-148.

Danner, F. W. y Day, M. C. Eliciting formal operations. Child - Development, 1977, 48, 1600-1606.

Day, M. C. Thinking at Piaget's stage of formal operations. Educational Leadership, october 1981, p.p. 44-47.

Delahanty, J. D. y Wong, A. C. Formal operations: age and sex - differences in chinese and american children. Child Development, 1977, 48, 689-692.

DeLuca, F. P. Application of cluster analysis to the study of -- piagetian stages of intellectual development. Journal of Research in Science Teaching, vol. 18, no. 1, p.p. 51-59, 1981.

Demetriou, A. y Efklides, A. Formal operational thinking in young adults as a function of education and sex. International Journal of Psychology, 14 (1979), 241-253, Noth Holland Publishing Co.

Denis-Prinzhorn, M. y Grize, J. B. El Método Clínico en pedagogía. Psicología y Epistemología Genética, Temas Piagetianos. Ed. Proteo, Buenos Aires, 1970.

Ennis, R. H. Conceptualization of Children's logical competence: Piaget's propositional logic and an alternative proposal. L. S. - Siegel y CH. J. Brainerd (eds.) Alternatives to Piaget. Academic Press, N. Y., 1978.

Flavell, J. H. La psicología evolutiva de Jean Piaget. Editorial Paidós: B. A., 1978, Colección Biblioteca Psicologías del Siglo XX, vol. 21.

Fonseca, A. C., Hernández, C., Ingiana, Y. y Thomas, Z. Nivel de pensamiento operatorio en jóvenes costarricenses. Revista Latinoamericana de Psicología, 1980, vol. 12, no. 3, p.p. 471-486.

Fraisse, P. y Piaget, J. La inteligencia. Paidós, B. A., 1973.

Fusco, E. Matching curriculum to student's cognitive levels. Educational Leadership, october 1981, p. 47.

Ginsburg, H. y Oppen, S. Piaget y la teoría del desarrollo intelectual. Editorial Prentice Hall Internacional, Madrid, 1977.

Halford, G. S. Introduction: The structural approach to cognitive development. J. A. Keats, K. F. Collis y G. S. Halford (eds.) - Cognitive Development, John Wiley & Sons., 1978.

Halford, G. S. Towards a working model of Piaget's stages. J. A. Keats, K. F. Collis y G. S. Halford (eds.) Cognitive Development, John Wiley & Sons., 1978.

Lawson, A. E. Relationships between concrete and formal operational science subject matter and the intellectual level of the learner. Dissertation Abstracts International, 1973, dec., vol. 34 6-A.

Lawson, A. E. Relationships among performance on 3 formal operations. Journal of Psychology, 1977, jul, vol. 96 (2), 235-241.

Levin, J. Fundamentos de Estadística en la investigación social. Editorial Harla, México, 1977.

Linn, M. C. Correlates of formal reasoning: content and problem effects. Journal of Research in Science Teaching, vol. 18, no. 5 p.p. 435-447 (1981).

Linn, M. C. y Swiney Jr., J. F. Individual differences in formal thought: role of expectations and aptitudes. Journal of Educational Psychology, 1981, vol. 73, no. 2, 274-286.

Linn, M. C. Theoretical and practical significance of formal reasoning. Journal of Research in Science Teaching, vol. 19, no. 9, p.p. 727-742 (1982).

Martorano, S. C. A developmental analysis of performance on Piaget's formal operations tasks. Developmental Psychology, 1977 - vol. 13, no. 6, 666-672.

Moshman, D. y Thompson, P. A. Hypothesis testing in students: -- sequences, stages and instructional strategies, Journal of Research in Science Teaching, vol. 18, no. 4, p.p. 341-352, 1981.

Neimark, E. D. Current status of formal operations research. -- Human Development, 1979, 22, 60-67.

Nicolas, A. Jean Piaget. Fondo de Cultura Económica, Col. Brevarios, no. 278, México, 1979.

Peskin, J. Female performance and Inhelder and Piaget's tests of - formal operations. Genetic Psychology Monographs, 1980, may, vol. 101 (2) 245-256.

Piaget, J. Intellectual evolutions from adolescence to adulthood. Human Development, 15:1-12 (1972).

Piaget, J. Seis estudios de psicología. Editorial Seix Barral, - México, 1975.

Piaget, J. La toma de conciencia. Ediciones Morata, Madrid, 1976.

Piaget, J. Problemas de psicología genética. Editorial Ariel, -- Barcelona, 1978.

Reed, S. K. Ernst, G. W. y Banerji, R. The role of analogy in - transfer between similar problem states. Cognitive Psychology, 6, 436-450. 1974.

Rigo Lemini, M. A. Operaciones formales en estudiantes de nivel escolar medio: un estudio exploratorio. Tesis de Licenciatura, - Facultad de Psicología, U.N.A.M., 1983.

Rosenthal, D. A. An investigation of some factors influencing -- development of formal operational thinking. General Psychology, 1975, 5237-B.

Ross, R. J. Formal thinking, paired-associate learning and creativity in adolescents, Education Psychology, 1973, 4887-A.

Rowell, J. A. y Dawson, C. J. Volume, conservation and instruction: a classroom based solomon four group study of conflict. Journal of Research in Science Teaching, vol. 18, no. 6, p.p. 533-546, 1981.

- Seggie, J. L. Formal Operational Thought. J. A. Keats, K. F. - Collis y C. G. Halford (eds.) Cognitive Development, John Wiley & Sons, Inc. 1978.
- Siegler, R. S. Three Aspects of Cognitive Development. Cognitive Psychology, 8, 481-520, 1976.
- Siegler, R. S. The origins of scientific reasoning. Children's thinking: what develops?. Lawrence Erlbaum Associates Publishers, LEA, New York, 1978.
- Siegler, R. S. y Vago, S. The development of proportionality concept: judging relative fullness. Journal of Experimental Child Psychology, 25, 371-395 (1978).
- Slater, A. M. y Kingston, D. F. Competence and performance variables in the assessment of formal operational skills. British - - Journal of Educational Psychology, 51, 163-169, 1981.
- Stollberg, R. y Fitch-Hill, F. Física: fundamentos y fronteras. - Publicaciones Cultural, México, 1968.
- Strauss, S. Inducing cognitive development and learning: a review of short term training experiments, the organismic developmental - approach. Cognition, 1972, 1, 329-357.
- Thornton, M. C. y Fuller, R. G. How do college students solve proportion problems?. Journal of Research in Science Teaching, vol. 18, no. 4, p.p. 335-340 (1981).
- Vinh-Bang. El método clínico y la investigación en psicología -- del niño. J. Ajuariaguerra (ed.) Psicología y epistemología genética. Proteo, 1970, p.p. 39-59.

Wason, P. C. La teoría de las operaciones formales: una crítica. B. A. Gerler (Ed.) Piaget y el conocimiento. Barcelona: Paidós, 1980.

Weeks, R. T. The relationship of grade, sex, socioeconomic status, scholastic aptitude, and school achievement to formal operations -- attainment in a group of high school students. Education Psychology, 1973, 2405-A.

White, H. E. Física descriptiva. Editorial Reverté Mexicana, S.A., México, 1968.

White, K. y Ferstenberg, A. Professional Specialization and formal operations: the balance task. Journal of Genetic Psychology, 1978, sep, vol. 133 (1), 97-104.

Wozny, C. D. The effects of culture and education on the acquisition of formal operational thinking. Dissertation Abstracts International, 1974, jan., vol. 34 (7-A), 4015.

APENDICES

APENDICE No. 1 PRETEST

Num. Problema	I	D	Resultado	Tipo
1.			equilibrio	I
2.			izquierda	II
3.			equilibrio	I
4.			izquierda	IV
5.			izquierda	V
6.			equilibrio	VI
7.			equilibrio	VI
8.			equilibrio	I
9.			izquierda	III
10.			derecha	III
11.			equilibrio	I
12.			derecha	II
13.			derecha	IV
14.			equilibrio	VI
15.			derecha	V
16.			izquierda	II
17.			equilibrio	VI
18.			derecha	IV

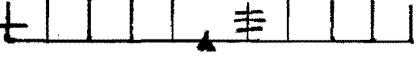
PRETEST

	I	D		
19.			izquierda	V
20.			izquierda	II
21.			izquierda	III
22.			derecha	III
23.			derecha	V
24.			izquierda	IV

APENDICE No. 2 POSTEST DE SELECCION

	I	D	Resultado	Tipo
1.			derecha	IV
2.			derecha	V
3.			derecha	II
4.			izquierda	III
5.			equilibrio	VI
6.			equilibrio	I
7.			derecha	III
8.			equilibrio	VI
9.			equilibrio	I
10.			derecha	IV
11.			izquierda	II
12.			izquierda	II
13.			izquierda	III
14.			izquierda	IV
15.			equilibrio	I
16.			izquierda	V
17.			equilibrio	I
18.			equilibrio	VI

POSTEST DE SELECCION

	I	D		
19.			izquierda	IV
20.			derecha	III
21.			izquierda	II
22.			equilibrio	VI
23.			derecha	V
24.			izquierda	V

APENDICE No. 3 POSTEST FINAL

	I	D	Resultado	Tipo
1.			equilibrio	VI
2.			izquierda	V
3.			izquierda	IV
4.			equilibrio	I
5.			equilibrio	I
6.			equilibrio	VI
7.			derecha	IV
8.			derecha	III
9.			equilibrio	VI
10.			izquierda	III
11.			derecha	IV
12.			derecha	V
13.			izquierda	II
14.			equilibrio	I
15.			derecha	II
16.			izquierda	III
17.			equilibrio	VI
18.			izquierda	V

POSTEST FINAL

	I	D		
19.			izquierda	IV
20.			derecha	V
21.			izquierda	II
22.			equilibrio	I
23.			izquierda	II
24.			derecha	III

APENDICE No. 4 Protocolo para Evaluaciones

NOMBRE _____ SEXO _____
FECHA DE NACIMIENTO _____
FECHA _____

ESCUCHA ATENTAMENTE LAS INSTRUCCIONES QUE TE VAN A DAR A CONTINUACION Y DESPUÉS CONTESTA CORRECTAMENTE LO QUE SE TE PIDE.

- 1.- ¿POR QUÉ?
- 2.- ¿POR QUÉ?
- 3.- ¿POR QUÉ?
- 4.- ¿POR QUÉ?
- 5.- ¿POR QUÉ?
- 6.- ¿POR QUÉ?
- 7.- ¿POR QUÉ?
- 8.- ¿POR QUÉ?
- 9.- ¿POR QUÉ?
- 10.- ¿POR QUÉ?

11.-

¿POR QUÉ?

12.-

¿POR QUÉ?

13.-

¿POR QUÉ?

14.-

¿POR QUÉ?

15.-

¿POR QUÉ?

16.-

¿POR QUÉ?

17.-

¿POR QUÉ?

18.-

¿POR QUÉ?

19.-

¿POR QUÉ?

20.-

¿POR QUÉ?

21.-

¿POR QUÉ?

22.-

¿POR QUÉ?

23.*

¿POR QUÉ?

24.-

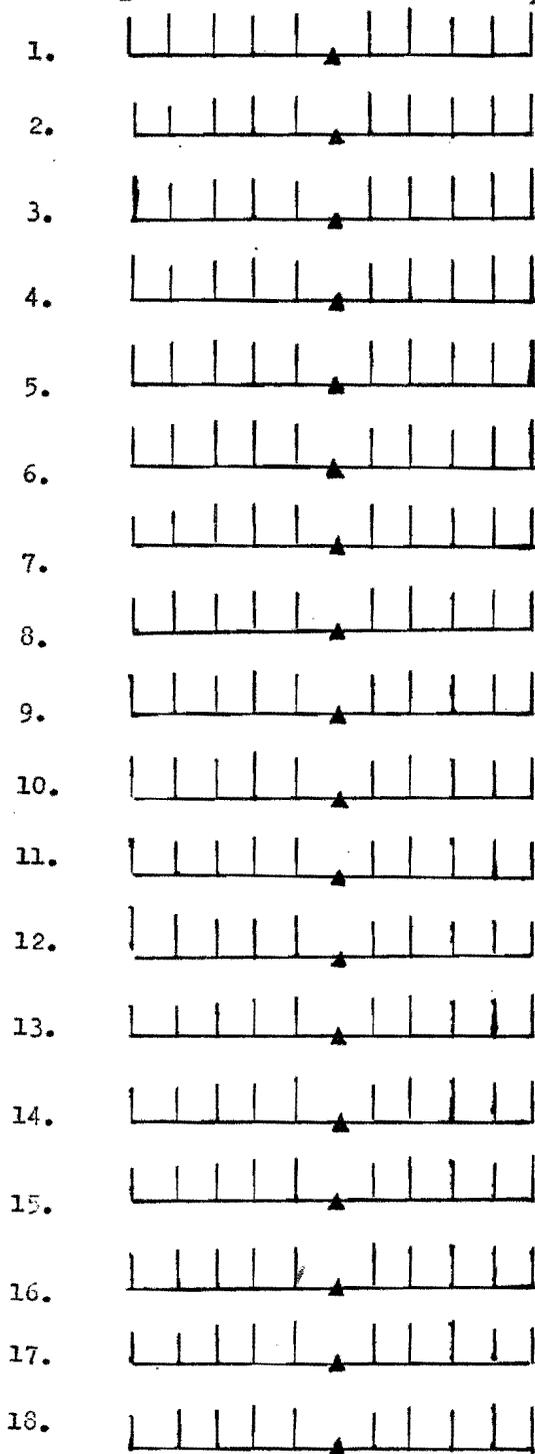
¿POR QUÉ?

APENDICE No. 5 Experiencia Observación

	I	D	Resultado	Tipo
1.			equilibrio	I
2.			equilibrio	I
3.			derecha	II
4.			derecha	II
5.			izquierda	III
6.			izquierda	III
7.			izquierda	IV
8.			derecha	IV
9.			derecha	IV
10.			derecha	IV
11.			derecha	V
12.			izquierda	V
13.			izquierda	V
14.			derecha	V
15.			equilibrio	VI
16.			equilibrio	VI
17.			equilibrio	VI
18.			equilibrio	VI

APENDICE No. 6 Experiencia Experimentación Resultado

Respuesta Tipo
del
Sujeto



APENDICE No. 7 Experiencia Observación - Experimentación

	I	D	Resultado	Tipo
1.			equilibrio	I
2.			derecha	II
3.			izquierda	III
4.			izquierda	IV
5.			derecha	IV
6.			izquierda	V
7.			derecha	V
8.			equilibrio	VI
9.			equilibrio	VI
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				
16.				
17.				
18.				

FORMATO DE ENTREVISTA

NOMBRE _____

FECHA _____

1. Para poder decidir hacia dónde bajará la balanza ¿qué aspectos has tomado en cuenta? ¿por qué? _____
2. Consideras que el funcionamiento de la balanza :
 - a) está regido por reglas o principios
 - b) no sigue reglas ni principios específicos, los resultados obtenidos se dan al azar (por coincidencia)
 - c) en algunos arreglos sigue reglas o principios ,en otros no
3. Si contestaste a) ó c) en la pregunta anterior, explica lo más detalladamente posible cuáles son las reglas o principios que determinan el funcionamiento de la balanza _____
4. Explica el (los) procedimientos que has seguido para resolver los problemas de la balanza que se te han presentado (es decir, qué pasos sigues cada vez que se te presenta un arreglo en la balanza)

5. ¿Cuáles han sido las dudas principales que has tenido al tratar de resolver la tarea de la balanza? _____
6. Consideras que los diferentes arreglos que se te han presentado en la balanza :
 - a) son todos del mismo tipo y del mismo nivel de dificultad
 - b) no son del mismo tipo pero sí del mismo nivel de dificultad
 - c) son todos del mismo tipo y de diferente nivel de dificultad
 - d) son de diferentes tipos y de diferente nivel de dificultad
7. La tarea de la balanza ha sido para tí :
 - a) fácil
 - b) ni fácil ni difícil
 - c) difícil ¿por qué?

8. La tarea de la balanza ha sido para tí :

a) aburrida b) ni aburrida ni interesante c) interesante

¿ Por qué ?

9. Existen conocimientos previos que tú ya poseyeras u observaciones cotidianas que hayas hecho que consideres te han ayudado a solucionar la tarea de la balanza ? ¿cuáles son éstos? _____

10. ¿En qué otros aspectos de la vida cotidiana de una persona — puede aplicarse el conocimiento que se emplea al solucionar la — tarea de la balanza ? _____

APENDICE No. 9

EVALUACION DE PRECURRENTES

1. Al pesarnos en una balanza, estamos midiendo la fuerza que ejercemos hacia abajo sobre la plataforma de la balanza;cuanta mayor - es la fuerza hacia abajo, mayor es el peso indicado V F
2. El peso no se debe a la atracción gravitacional de la Tierra - sobre todos los cuerpos V F
3. El término fuerza no se limita sólo a los pesos sino a la acción de cualquier cuerpo sobre otro V F
4. Cuando hay una o más fuerzas actuando sobre un cuerpo que está en reposo, y la resultante de esas fuerzas es cero,decimos que las fuerzas se compensan y el cuerpo queda en equilibrio V F
5. Cuando hay una o más fuerzas actuando sobre un cuerpo que está en reposo y la resultante de esas fuerzas es diferente de cero,decimos que las fuerzas no se compensan y el cuerpo queda en desequilibrio V F
6. Una balanza es sigilar a una palanca, porque tiene un punto de apoyo y actúan dos fuerzas en cada brazo de la balanza V F
7. Una balanza es una máquina simple V F
¿qué idea tienes de lo que es una máquina simple?
8. Una proporción resulta cuando al comparar dos razones $\frac{a}{b}$ con $\frac{c}{d}$ encontremos que son iguales V F
9. En la regla de tres manejamos proporcionalidad V F

10. Si dadas dos magnitudes o valores, aumenta una, la otra también aumenta, o si disminuye, la otra también lo hace; se dice que dichas magnitudes son :

a) directamente proporcionales

b) inversamente proporcionales

11. Si dadas dos magnitudes aumenta una y la otra disminuye, se dice que tales magnitudes son :

a) directamente proporcionales

b) inversamente proporcionales

12. La aceleración que se da a un automóvil y su velocidad son -- magnitudes :

a) directamente proporcionales

b) inversamente proporcionales

13. El frenaje y la velocidad de un automóvil son magnitudes :

a) directamente proporcionales

b) inversamente proporcionales

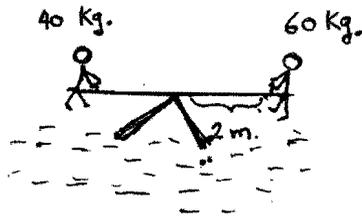
14. El aumento de los precios de un artículo y la disminución en las ventas, son magnitudes :

a) directamente proporcionales

b) inversamente proporcionales

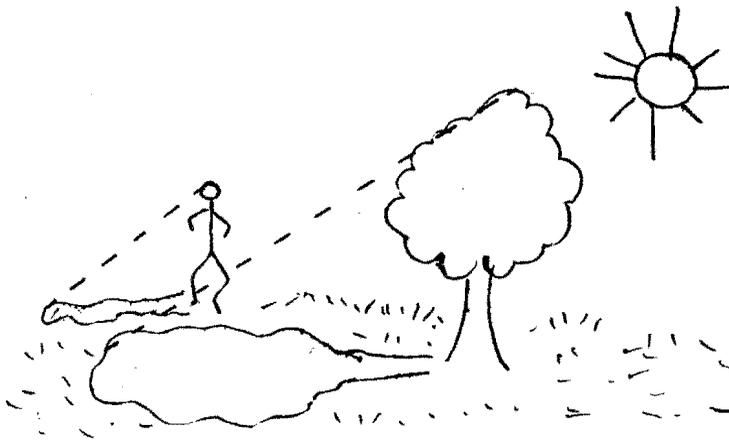
15. Dos niños juegan en el parque en un "sube y baja". Uno de los niños pesa 40 kg. y el otro 60 kg. El niño más pesado se coloca a 2 m. de distancia del eje del juego. ¿a qué distancia deberá colocarse el niño que pesa 40 kg. para que el aparato se equilibre y ninguno tenga que hacer un esfuerzo mayor que el otro?

(En la hoja anexa, explica el razonamiento y cálculos que empleaste para dar tu respuesta ; observa el diagrama adjunto)



16. Juan regresaba a su casa de clases ayer por la tarde. Se dio cuenta que su cuerpo, que mide 1.5 m. de altura, proyectaba sobre el suelo una sombra de 0.5 m. de largo; un árbol cercano al camino por donde iba Juan, proyectaba una sombra de 4 m. de largo ¿cuál será la altura del árbol?

(En la hoja aneja, explica el razonamiento y cálculos que empleaste para dar tu respuesta; observa el diagrama adjunto).



No raye este folleto

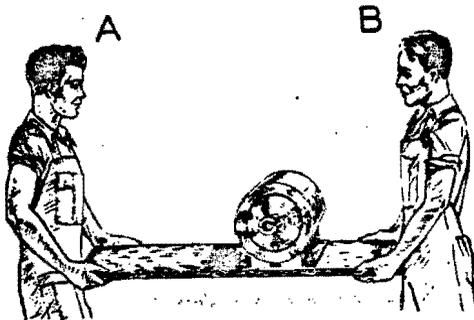
Marque sus respuestas
en la Hoja Especial
para Respuestas

RAZONAMIENTO MECÁNICO

INSTRUCCIONES

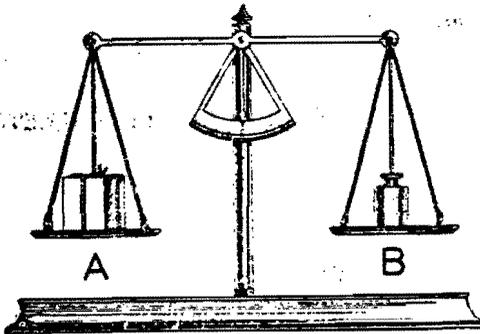
Este test consta de dibujos y de preguntas acerca de ellos. Mire el ejemplo X en esta página, para saber lo que hay que hacer. El Ejemplo X muestra el dibujo de dos hombres que llevan sobre una tabla la parte de una máquina. La pregunta es: ¿Cuál de los dos hombres sostiene más peso? Si igual, marque la letra "C". El hombre "B" sostiene más peso, pues éste está más cerca de él que del hombre "A"; luego, en la Hoja Especial para Respuestas, usted debe llenar el espacio debajo de "B", así: \longrightarrow A B C

Ahora mire el Ejemplo Y. La pregunta es: ¿Cuál pesa más? Si igual, marque la "C". Como la balanza se encuentra en equilibrio perfecto, "A" y "B" deben pesar lo mismo, de manera que usted debe llenar de negro el espacio debajo de la "C", en la Hoja Especial para Respuestas. Así: \longrightarrow A B C



X

¿Cuál de los dos hombres sostiene más peso?
(Si igual, marque la C.)

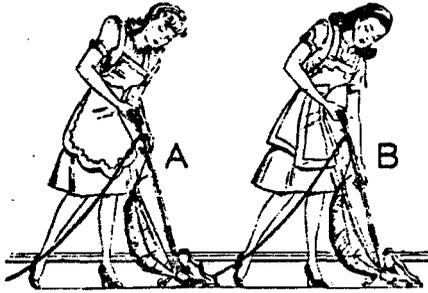


Y

¿Cuál pesa más?
(Si igual, marque la C.)

En las siguientes páginas hay más dibujos y preguntas. Lea cuidadosamente cada pregunta, mire el dibujo y marque sus respuestas en la Hoja Especial para Respuestas. No olvide que hay una tercera posibilidad para cada pregunta.

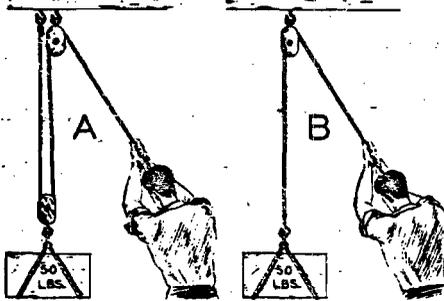
NO DÉ VUELTA AL FOLLETO HASTA QUE SE LE DIGA.



1

3

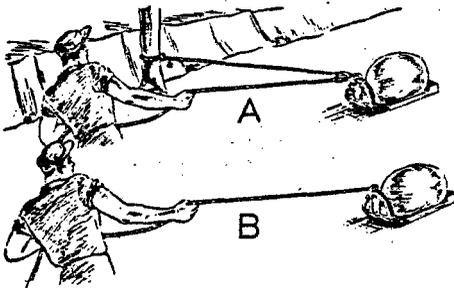
¿Cuál de las dos muchachas puede levantar la aspiradora con más facilidad?
(Si con igual, marque la C.)



2

5

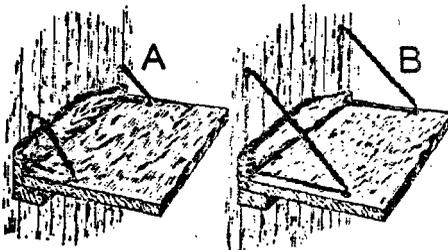
¿Cuál de los dos hombres debe tirar con más fuerza para levantar el peso?
(Si con igual, marque la C.)



3

9

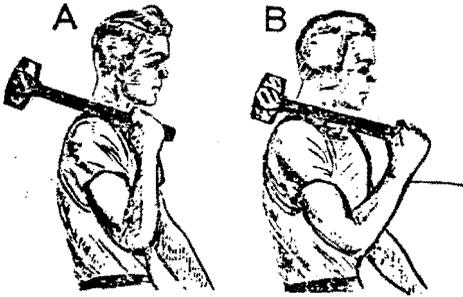
¿Cuál de los dos hombres tiene que tirar con más fuerza?
(Si con igual, marque la C.)



4

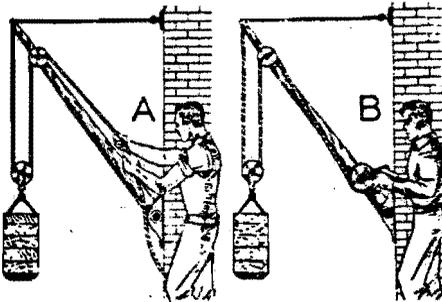
11

¿Cuál repisa es más fuerte?
(Si iguales, marque la C.)



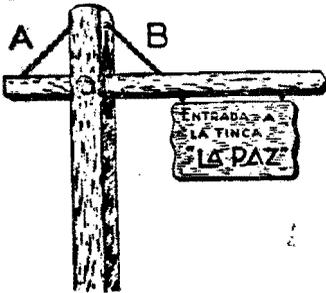
5
12

¿Cuál es la forma más difícil de llevar el martillo?
(Si iguales, marque la C.)



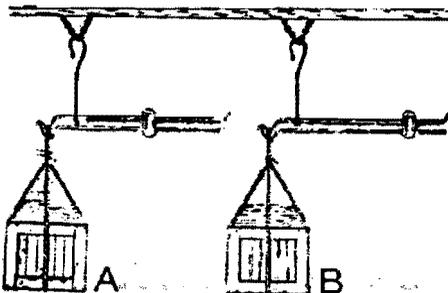
6
14

¿Cuál de los dos hombres puede levantar el peso más fácilmente?
(Si iguales, marque la C.)



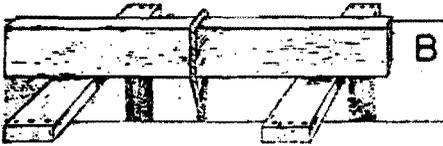
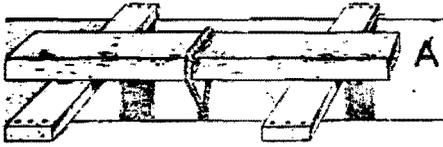
7
20

¿Cuál de las dos cadenas, por sí sola, sostendría el rótulo?
(Si en cualquiera, marque la C.)



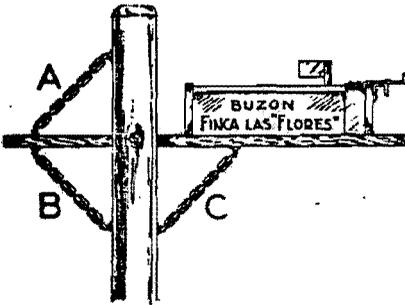
8
21

¿Cuál caja pesa más?
(Si igual, marque la C.)



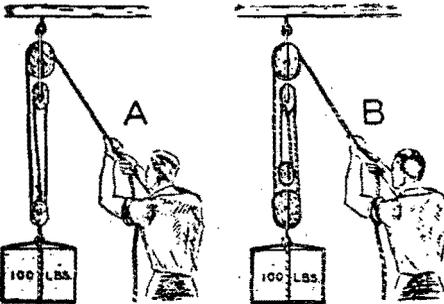
7
23

¿En cuál dibujo puede colgarse mayor peso de la cuerda, con seguridad?
(Si igual, marque la C.)



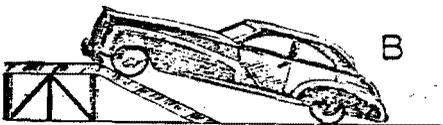
10
31

¿Cuál de las tres cadenas es necesaria para soportar el buzón?



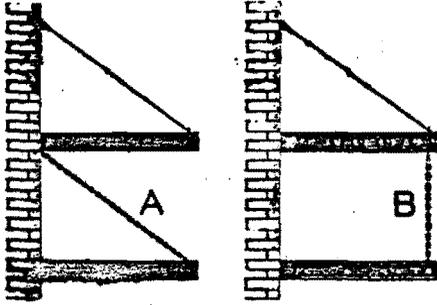
11
34

¿Cuál de los dos hombres puede levantar la carga con más facilidad?
(Si con igual, marque la C.)



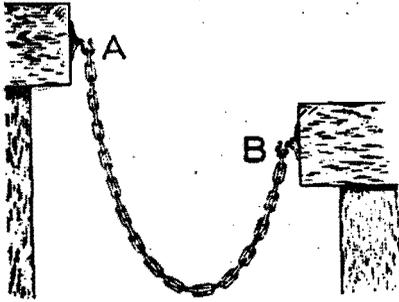
12
37

¿Cuál de los dos carros tiene menor probabilidad de rodar?
(Si igual, marque la C.)



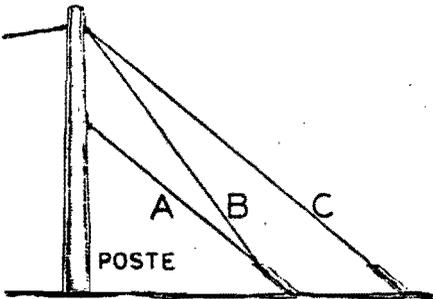
13
52

¿Cuál cadena tiene que soportar más tensión?
(Si igual, marque la C.)



14
54

¿Cuál gancho sostiene más peso?
(Si igual, marque la C.)



15
66

¿Cuál de los tres cables le dará mejor soporte al poste?

APENDICE No. 11 Formato de Entrenamiento

FECHA _____

NOMBRE _____ EDAD _____ GRADO ESCOLAR _____

ARREGLO N° _____

DIBUJA EL ARREGLO TAL COMO ESTA EN LA BALANZA



A) COMO SON LOS PESOS DE AMBOS LADOS:

IGUALES DESIGUALES

B) COMO SON LAS DISTANCIAS DE AMBOS LADOS:

IGUALES DESIGUALES

C) COMO VARIO ESTE ARREGLO EN RELACION AL ANTERIOR:

el PESO	la DISTANCIA
se mantuvo igual <input type="checkbox"/>	se mantuvo igual <input type="checkbox"/>
se aumentó <input type="checkbox"/>	se aumentó <input type="checkbox"/>
se disminuyó <input type="checkbox"/>	se disminuyó <input type="checkbox"/>

en el brazo derecho izquierdo en el brazo derecho izquierdo

D) PARA DONDE DEBE INCLINARSE LA BALANZA:

A LA DERECHA A LA IZQUIERDA EQUILIBRIO

¿POR QUE? _____

ARREGLO N° _____

DIBUJA EL ARREGLO TAL COMO ESTA EN LA BALANZA



A) COMO SON LOS PESOS DE AMBOS LADOS:

IGUALES DESIGUALES

B) COMO SON LAS DISTANCIAS DE AMBOS LADOS:

IGUALES DESIGUALES

C) COMO VARIO ESTE ARREGLO EN RELACION AL ANTERIOR:

el PESO	la DISTANCIA
se mantuvo igual <input type="checkbox"/>	se mantuvo igual <input type="checkbox"/>
se aumentó <input type="checkbox"/>	se aumentó <input type="checkbox"/>
se disminuyó <input type="checkbox"/>	se disminuyó <input type="checkbox"/>

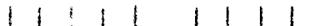
en el brazo derecho izquierdo en el brazo derecho izquierdo

D) PARA DONDE DEBE INCLINARSE LA BALANZA:

A LA DERECHA A LA IZQUIERDA EQUILIBRIO

¿POR QUE? _____

ARREGLO N° _____



ARREGLO N° _____

DIBUJA EL ARREGLO TAL COMO ESTA EN LA BALANZA



A) COMO SON LOS PESOS DE AMBOS LADOS:

IGUALES DESIGUALES

B) COMO SON LAS DISTANCIAS DE AMBOS LADOS:

IGUALES DESIGUALES

C) COMO VARIO ESTE ARREGLO EN RELACION AL ANTERIOR:

el PESO		la DISTANCIA	
se mantuvo igual	<input type="checkbox"/>	se mantuvo igual	<input type="checkbox"/>
se aumentó	<input type="checkbox"/>	se aumentó	<input type="checkbox"/>
se disminuyó	<input type="checkbox"/>	se disminuyó	<input type="checkbox"/>

en el brazo derecho izquierdo en el brazo derecho izquierdo

D) PARA DONDE DEBE INCLINARSE LA BALANZA:

A LA DERECHA A LA IZQUIERDA EQUILIBRIO

¿POR QUE? _____

ARREGLO N° _____

DIBUJA EL ARREGLO TAL COMO ESTA EN LA BALANZA



A) COMO SON LOS PESOS DE AMBOS LADOS:

IGUALES DESIGUALES

B) COMO SON LAS DISTANCIAS DE AMBOS LADOS:

IGUALES DESIGUALES

C) COMO VARIO ESTE ARREGLO EN RELACION AL ANTERIOR:

el PESO		la DISTANCIA	
se mantuvo igual	<input type="checkbox"/>	se mantuvo igual	<input type="checkbox"/>
se aumentó	<input type="checkbox"/>	se aumentó	<input type="checkbox"/>
se disminuyó	<input type="checkbox"/>	se disminuyó	<input type="checkbox"/>

en el brazo derecho izquierdo en el brazo derecho izquierdo

D) PARA DONDE DEBE INCLINARSE LA BALANZA:

A LA DERECHA A LA IZQUIERDA EQUILIBRIO

¿POR QUE? _____

REGLA _____

APENDICE No. 12

Problemas de la Prueba de Transferencia
(Proyección de Sombras)

Número y Tipo	1a. tira		2a. tira		Sombras
	Diámetro	Distancia	Diámetro	Distancia	
1. Igualdad	5	40	5	40	=
2. Igualdad	15	50	15	50	=
3. Diámetro	5	20	10	20	≠
4. Diámetro	15	30	10	30	≠
5. Distancia	10	50	10	40	≠
6. Distancia	5	30	5	50	≠
7. Conflicto	20	20	10	40	=
8. "	20	20	5	50	≠
9. "	10	10	5	20	=
10. "	10	30	5	20	≠
11. "	20	10	10	20	=
12. "	10	40	20	50	≠