



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Psicología

"OPERACIONES FORMALES EN ESTUDIANTES DE
NIVEL ESCOLAR MEDIO: UN ESTUDIO
EXPLORATORIO".

T E S I S

Que para obtener el título de:

LICENCIADO EN PSICOLOGIA

P r e s e n t a :

Marco Antonio Rigo Lemini

México, D. F.

1983



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.

INDICE

	PAG.
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I	
NATURALEZA DE LAS OPERACIONES	
FORMALES.....	9
CAPITULO II	
DESCRIPCION DE LAS TAREAS	
OPERATORIAS.....	30
II.1- Flotación de los cuerpos.....	33
II.2- Flexibilidad de las varillas.....	49
II.3- Combinaciones de sustancias químicas.....	68
II.4- Proyección de sombras.....	83
CAPITULO III	
INVESTIGACIONES RELATIVAS A	
OPERACIONES FORMALES.....	97
CAPITULO IV	
METODO.....	103
Problemas.....	104
Objetivos.....	105
Escenario.....	106
Sujetos.....	106

	PAG.
Variables.....	107
Diseño.....	110
Procedimiento.....	111
Materiales.....	112
CAPITULO V	
RESULTADOS.....	114
1- Descripción de la muestra.....	117
2- Relaciones entre variables no operatorias y variables operatorias.....	125
3- Relaciones entre variables operatorias.....	150
4- Relaciones entre variables no operatorias.....	154
CAPITULO VI	
ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS.....	159
BIBLIOGRAFIA.....	170

INTRODUCCION

Un propósito presente prácticamente en cualquier - - plan de estudios de enseñanza media o bachillerato, es el de - capacitar a los alumnos en la elemental comprensión y aplica-- ción de la ciencia, intentando generar en ellos una aptitud -- científica. Esta "aptitud científica" es entendida como una - capacidad básica en:

- la aplicación del método científico experimental
- la utilización adecuada de diversos medios de recolección de datos
- la interpretación de dichos datos
- el uso sistemático de instrumentos lógico-matemáticos para - representar y organizar información, así como para garanti-- zar su consistencia interna.

Como objetivo complementario, el ciclo escolar medio plantea la necesidad de que el individuo desarrolle una acti-- tud científica, que valora la estrategia científica como una - alternativa fundamental en la construcción del conocimiento.

Entre las "funciones del bachillerato universitario" encontramos que:"El bachillerato legitima el valor de la ciencia, dando el primer entrenamiento a sus estudiantes en los mo dos de obtener la verdad científicamente, a saber, a partir -- del consenso que sobre cualquier aspecto hipotético establecen los expertos en la materia" (Velázquez, 1982 A, pp. 978). En - las funciones del Colegio de Ciencias y Humanidades se estable ce que "el alumno manejará los lenguajes del español y las ma-- temáticas, y el método científico en cualquier situación que - le presente su medio ambiente" (Ferreiro, 1982 A, pp. 271).

Objetivos como los antes citados se plantean en los currícula del nivel medio de enseñanza, en cualquiera de sus - modalidades —preparatoria tradicional, colegio de ciencias y

humanidades, colegio de bachilleres, etc.— y resulta evidente el fracaso hasta ahora obtenido en la consecución de dichos objetivos: el estudiante que acude al nivel superior no manifiesta una actitud ni una estrategia científica, con todo lo que esto conlleva, y se topa con grandes dificultades para comprender y/o aplicar los contenidos de las materias de ciencias que le corresponde cursar. Su vida profesional, por ende, carece también de esta capacidad científica tan necesaria para la generación de conocimientos y procedimientos óptimos en una amplia variedad de dominios laborales.

"Dentro de los aspectos educativos en la enseñanza media superior y superior, la enseñanza de las ciencias y en especial de la física, muestra una clara insuficiencia desde múltiples aspectos; sin hacer una lista exhaustiva, podríamos mencionar: contenidos, materiales didácticos, laboratorios, textos, profesores, etc." (Gallegos; Flores, 1982, pp. 328).

"A lo anterior deben aunarse los problemas que también plantea la enseñanza de las matemáticas...." (Ibid).

"Lo anterior lleva inevitablemente al fracaso escolar de un número verdaderamente grande de estudiantes, haciendo notar que este fracaso no contempla el solo hecho de las calificaciones, sino también las repeticiones de los cursos, la aversión a los temas científicos, aún a nivel cultural y, fundamentalmente, el deficiente aprendizaje de los conceptos y experiencias" (Ibid).

"Los estudiantes -de nivel escolar medio-, carecen de conocimiento real del quehacer científico; por eso, se confunde la ocupación científica con otras próximas y se forman imágenes iguales o muy parecidas para ocupaciones que, en la realidad y en rigor, deben ser diferenciadas" (Rodríguez Sala, 1977, p.p. 78).

De acuerdo con lo expuesto, el nivel medio de enseñanza - no cumple con uno de sus objetivos centrales: proporcionar al estudiante una formación y capacitación científica fundamental.

¿A qué se debe esta ineficiencia? ¿Se trata de un problema de contenidos, técnicas didácticas, experiencias de aprendizaje, conducción docente, o a la confluencia de deficiencias en éstos u otros aspectos? El trabajo sistemático que hasta el momento se ha hecho para elucidar esta cuestión es reducido y notoriamente insuficiente. Es necesario un diagnóstico integral de los determinantes de esta problemática, que conduzca a su solución, posiblemente mediante la implementación de métodos, contenidos y actividades educativas sustancialmente distintas a las ahora vigentes.

En mi opinión, es el psicólogo educativo quien mayoritariamente debiera afanarse en esta doble tarea, a través de la investigación conducente al diagnóstico señalado, y la planeación de los instrumentos didácticos, -contenidos, actividades y recursos- adecuados.

El conocimiento e interés del psicólogo educativo en los procesos de aprendizaje y su manifestación en la actividad de enseñanza, lo acreditan como el candidato más viable para abocarse al estudio de esta problemática.

El presente trabajo pretende constituirse en una aproximación -necesariamente preliminar e incompleta- al diagnóstico de los factores que han determinado la ineptitud de la enseñanza intermedia, para capacitar al individuo a actuar y pensar científicamente. Se parte de la hipótesis de que dicha ineptitud de la enseñanza intermedia es en buena parte debida a que no desarrolla en los educandos un pensamiento operatorio formal, el cual constituye un precedente necesario -aunque no suficiente- para el pensamiento científico. Los contenidos y técnicas didácticas no fomentan un pensamiento operatorio formal, y los sistemas de evaluación exigen del estudiante, la mayor parte de las veces, simplemente retención y en algunos casos comprensión o hasta aplicación, pero raramente el uso de habilidades operatorio formales; fomentar en el estudiante su desarrollo operatorio desde el nivel escolar inicial es un paso capital en su preparación científica básica.

Se toma como base la teoría Piagetiana, particularmente en lo que se refiere al período operatorio formal, por varias razones:

- a) Se cuenta con un encuadre teórico de amplia capacidad explicativa, que permite enfocar el problema como una deficiencia del sistema escolar medio en su función de apoyo al proceso de génesis y desarrollo intelectual del educando.
- b) Se dispone de instrumentos (tareas Piagetianas) y una estrategia de evaluación del desarrollo intelectual (método clínico), que han sido aplicados en una amplia variedad de situaciones y que permiten, como consecuencia natural de esto, la comparación de una extensa gama de resultados.

El método clínico, semiestructurado por naturaleza, prescinde de la rigidez de las pruebas psicométricas (aunque vaya de por medio en ello una disminución de su confiabilidad), evaluando la conducta intelectual en forma más espontánea y natural, y -concediendo la mayor relevancia a los errores o equivocaciones del sujeto que constituyen un elemento de diagnóstico tan importante como sus aciertos.

"El método clínico -dice Piaget en "El juicio y el razonamiento en el niño" (1956) -consiste en conversar libremente con el sujeto, en lugar de limitarse a preguntas fijas y estandarizadas, y conserva, pues, todas las ventajas de una charla adaptada a cada niño, y destinada a permitirle a éste el máximo posible de toma de conciencia y de formulación de sus propias actitudes mentales"

- c) La epistemología genética ha acumulado una cantidad colosal de

estudios experimentales sobre el intelecto humano; se tiene, - pues, un amplio cúmulo de evidencias experimentales (a pesar - de las posibles deficiencias de control que algunos de sus im- puñadores le atribuyen).

- d) Se parte de la consideración de que aquello que llamamos "apti- tud científica", está íntimamente ligado con las capacidades - que Piaget denomina "esquemas operatorio formales", y con las estructuras y habilidades del período de operaciones formales, en general; se supone, por lo tanto, que la capacidad cientifi- ca sólo será posible en un individuo que alcance, en plenitud, el dominio de las operaciones formales. Apoyando lo antedicho, Griffiths (1973), encontró que sólo los estudiantes con nivel operatorio formal III B, es decir, consolidados en las opera- ciones formales, fueron capaces de asimilar adecuadamente el - contenido de un curso universitario introductorio de ciencias. Otras investigaciones han demostrado la correlación existente entre razonamiento deductivo y operaciones formales, así como la estrecha vinculación entre la capacidad para desarrollar -- una tarea científica y la destreza operatoria formal (Crismolo Gustavo y cols. S. F.), (Siegler, Roberts, S. F).

Una posible explicación de la incapacidad del sistema escolar medio para desarrollar en sus egresados una aptitud y una acti- tud científica, estriba entonces en el hecho de que este sector educativo no fomenta el desarrollo operatorio formal; esta ca- rencia de la enseñanza media, redundando en una ineptitud del ba- chiller para comprender y hacer ciencia.

- e) Se ha comenzado a generar una pedagogía fundamentada en los ha- llazgos de la escuela Ginebrina, y, aunque todavía inmadura, - promete enriquecer sustancialmente la enseñanza a todos niveles.

Esto nos dota de una alternativa -de ninguna manera una panacea-, de la que pueden derivarse directrices de desarrollo para la educación media.

En síntesis, se considera que con base en la teoría Piagetiana es posible un diagnóstico y prescripción, parcial -pero valiosa, del problema de la formación de una aptitud científica, al que se enfrenta la educación media y superior nacional. En una fase diagnóstica, habría que confrontar la consistencia externa e interna de la teoría de Piaget, (en este caso, en lo que concierne a las operaciones formales), determinar -- los factores ligados a un funcionamiento operatorio formal, -- precisar el grado de desarrollo operatorio de nuestros estudiantes de nivel medio y esclarecer el papel de la escuela en la génesis y desarrollo operatorio formal de sus educandos. La presente investigación, como ya se ha dicho, intenta contribuir en forma exploratoria a la realización de estas tareas. En una muestra de estudiantes de secundaria y preparatoria de nivel socioeconómico medio, se han determinado las relaciones --- existentes entre sexo, edad, grado escolar y aprovechamiento - en ciencias con el nivel operatorio formal (medido a través de 4 tareas Piagetianas), así como la consistencia entre estas tareas utilizadas.

Dicha labor diagnóstica, en la medida en que se presentara como viable , sería tomada como facilitadora en la planeación, diseño e implementación de las medidas educativas tendientes a fomentar, en los educandos, un desarrollo operatorio formal, así como una capacidad básica para comprender ciencia y proceder científicamente.

Cabe hacer por último, dentro de este apartado, una aclaración: Piaget mismo, y gran parte de sus colaboradores, raramente utilizaron métodos de control riguroso en la aplicación de las tareas piagetianas, tanto en la selección de sus sujetos -"Es probable que Piaget seleccione a la mayoría de los sujetos sólo sobre la base de la edad y fácil disponibilidad". (Flavell, 1979; pág. 454)- como en la asignación de éstos a valores de la(s) variable(s) independiente(s) o de las variables extrañas -"en otros casos, puede sospecharse que los mismos niños fueron sometidos a toda una serie de procedimientos, y que debe haber todo tipo de efectos de orden que no fueron controlados; para decirlo de modo más general, la considerable variación en el procedimiento, casi de un sujeto a otro, que se encuentra en muchos de los estudios de Piaget, hace pensar que este investigador ha presentado una serie de estudios piloto bajo la forma de un experimento formal y terminado, y esto difícilmente aumenta la confianza del lector en los resultados comunicados" (Ibid)-.

Una posible explicación de esta aparente negligencia metodológica por parte de la escuela ginebrina, es proporcionada por Vinh (1968): "La defensa del método crítico (clínico) - tal como hasta aquí lo hemos expuesto, en modo alguno excluye en nada, ni de hecho ni por principio, la posibilidad de controles a un tiempo precisos y rigurosos. Sólo que pensamos -- que los controles deben venir en una 2da. fase, en un estadio más adelantado de la investigación y creemos, sobre todo, que la metodología de los controles todavía está, en buena parte, por definirse. Sería peligroso que sin más ni más tomásemos del arsenal clásico unas cuantas técnicas metodológicas, sobre todo cuando se pretende invalidar o confirmar a Piaget trayendo sus interpretaciones en hipótesis operacionales ceñidamente asignadas a tal o cual prueba".

Esta investigación ha partido de la suposición de que al menos en los estudios de tipo comparativo, la necesidad de control es casi absoluta: una explicación de los determinantes del desarrollo intelectual (trátase del enfoque teórico de que se trate), que pretenda ser fidedigna y completa, y que se derive de un estudio empírico, precisa de un dispositivo de control que garantice la validez de sus resultados. En consecuencia -- con lo anterior, el diseño de investigación implementado en el presente trabajo, procuró el más estricto control de los factores que pudiesen ser fuente de contaminación en los datos obtenidos, emulando a algunos estudiosos neopiagetianos europeos y norteamericanos (v. gr: John Renner, Andreas Demetriou, Melvin C. Thornton, Robert Fuller, etc.)

C A P Í T U L O I .

NATURALEZA DE LAS OPERACIONES FORMALES.

Piaget describe varios periodos o etapas en el desarrollo cognitivo del sujeto.

Cada una de ellas se diferencia de las restantes por la aparición de comportamientos característicos que son superados o simplemente incorporados al conjunto de comportamientos durante el siguiente periodo.

La característica fundamental de esta serie de periodos es que se presenta siempre en la secuencia expuesta, sin omisiones ni alteraciones en su orden, aunque pueden manifestarse retrasos o adelantos según el sujeto del que se trate.

A continuación, se describen brevemente los rasgos fundamentales de cada uno de dichos periodos (Ver Piaget, 1969)

Periodo Sensoriomotriz

Se extiende aproximadamente del nacimiento a los 2 años de edad.

Los comportamientos que se presentan durante esta fase involucran únicamente percepción y acciones motrices por parte del sujeto, es decir, no hay aún representación o pensamiento.

A partir de los esquemas reflejos innatos y de la actividad global espontánea del recién nacido, se desarrollan, por generalización, coordinación y ejercicios, básicamente, un conjunto de conductas diferenciadas que culminan con la aparición, hacia el final de este periodo, de lo que Piaget denomina la primera conducta inteligente: la búsqueda intencionada de medios (mediante tanteo sistemático o por combinaciones mentales incipientes) para lograr fines.

El niño comienza a desarrollar nociones prácticas -- elementales del espacio, tiempo y causalidad, y la imitación y el juego se manifiestan en forma rudimentaria.

Período Preoperacional

Abarca aproximadamente de los 2 a los 7 años de edad.

Aparece la función representacional (pensamiento), - aunque se manifiesta fundamentalmente en configuraciones estáticas, desprovistas de movimiento o transformación, la mayoría - de las veces.

El pensamiento se revela aún en forma primitiva, ya que el sujeto razona inadecuadamente, es incapaz de comprender puntos de vista ajenos, y en general carece de esa movilidad -- mental característica del pensamiento adulto.

Se consolidan varias actividades relevantes: dibujo, juego simbólico, imitación diferida y lenguaje, y las nociones de espacio, tiempo y causalidad, al disponer del signo lingüístico, se expanden considerablemente.

Período de las Operaciones Concretas

Se extiende de los 7 a los 12 años aproximadamente. A pesar del uso del lenguaje, el pensamiento presente en esta etapa continúa significativamente atado a los hechos concretos y - actuales, dificultándose el pensar en hechos no realizados o imposibles.

No obstante , en esta etapa se manifiesta una mucha mayor capacidad para la comprensión y solución de problemas, -- producto fundamentalmente de un incremento en la movilidad mental del sujeto.

El sujeto exhibe una capacidad incipiente en el manejo de relaciones operacionales, clases y concepto de número, y sus nociones de tiempo, espacio y causalidad se consolidan.

Período de las Operaciones Formales

Sus características son descritas en el apartado siguiente.

Como es sabido, Piaget describe varios períodos o estadios en el desarrollo cognitivo del sujeto. El último de -- ellos es el denominado "período de operaciones formales". Aun que su nombre sugiere una íntima conexión con la temática de -- las disciplinas formales (lógica, matemática, etc.), sucede -- que la capacidad para abstraer o generalizar la forma u organización de las cosas, haciendo caso omiso del contenido de é-- stas, es sólo una de las aptitudes que culminan su desarrollo -- en el período que nos ocupa.

Más bien, existen varios comportamientos que definen al estadio de las operaciones formales; a fin de ser esquemático (ya que una división entre ellos es, necesariamente, arbi-- traria), dividiré dichos comportamientos en 3 categorías generales:

- a) Los que constituyen estructuras o esquemas diferenciados v.gr: retículo de la combinatoria proposicional, grupo INRC y esquemas operatorio formales.
- b) Los que constituyen capacidades generales que no son referidas a estructuras específicas.
v. gr: capacidad de concebir el conjunto de posibilidades o hi pótesis vinculadas a un hecho.

Realización de operaciones con operaciones, es decir, operaciones de 2da. potencia"

Capacidad combinatoria.

- c) Los comportamientos de equilibración emergentes en este período.

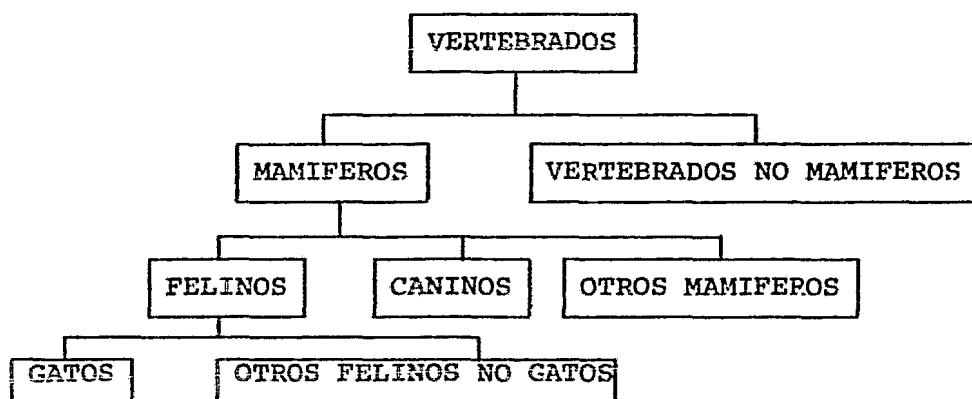
A continuación se explican cada una de estas categorías:

a) Estructuras y esquemas operatorio formales

a1) Estructuras formales.- Son comportamientos complejos, con conjuntos de acciones externas e interiorizadas, reversibles, coordinadas entre sí, que se presentan ante una amplia gama de situaciones o problemas y que caracterizan al período formal. Las dos estructuras formales fundamentales son el retículo proposicional y el grupo INRC.
a1.1) retfculo de la combinatoria proposicional.

"Un retículo es un conjunto de elementos relacionados entre sí, con la característica de que dos elementos cualesquiera del retículo tienen un máximo límite inferior (MLI) o elemento contenido por ambos, y un mínimo límite superior (MLS) o elemento que contiene a ambos." (Phillips, 1977).

Ejemplo:



Esta jerarquía zoológica de clases es un retículo, ya que para cualquier par de clases hay un MLI y un MLS. V.gr.: - Felinos y Mamíferos.

El MLI (Máximo límite inferior) de estas dos clases, es la clase "felinos" ya que es la más grande clase contenida en

"felinos" y "mamíferos"; el MLS (Mínimo límite superior) es -- "Mamíferos" ya que es la más pequeña clase que contiene a los felinos y a los mamíferos.

Si los elementos o clases seleccionadas fueran, por --- ejemplo:

Felinos y caninos

su M.L.I. es la clase vacía, ya que no hay ninguna clase que pertenezca a la de los felinos y a la de los caninos a la vez, más que la clase vacía; su M.L.S. es la clase de los mamíferos, que es la mínima clase que agrupa a felinos y caninos. Así, para cada par de elementos tomados de esta jerarquía zoológica, habrá un MLI y un MLS; se trata, pues, de un retículo.

Piaget ha tomado prestada la noción de retículo, de origen matemático, para explicar en forma estructurada, el conjunto de comportamientos del sujeto que construye proposiciones. Durante el período de operaciones formales, existe una -- tendencia creciente del sujeto a expresarse proposicionalmente, formulando proposiciones no solo sobre hechos concretos y actuales, sino sobre hechos posibles o futuros.

El conjunto de proposiciones que el sujeto puede formular (simples $\neg p, q$ -, binarias $\neg p, q, p \vee q, p \supset q$ -, terciarias $\neg p, q, r$ -, $p \vee q \vee r$ - etc) constituye un conjunto de comportamientos o acciones susceptible de representarse mediante una estructura reticular.

Hay dos posibilidades para una sola proposición: p y $\neg p$. Hay 16 posibles combinaciones, surgidas de un par de proposi--

ciones y 256 combinaciones surgidas de una terna de proposiciones; el retículo de proposiciones que formula el sujeto es, pues, infinito, pero para mostrarlo, aunque sea solo en parte, tomemos el retículo de "proposiciones binarias" (surgido de un par de proposiciones).

Si tenemos 2 proposiciones P, Q , cada una con dos valores de verdad P, \bar{P}, Q, \bar{Q} , usando los 4 conectivos lógicos principales (conjunción "y", disyunción "o", implicación " \supset " y doble implicación " \equiv "), podemos formar en total 16 proposiciones diferentes: (Ver Flavell, 1979, pp. 233.)

- 1) 0 No se afirma ni se niega nada
- 2) $p \cdot q$ Se afirman "p" y "q"
- 3) $p \cdot \bar{q}$ Se afirma "p" y se niega "q"
- 4) $\bar{p} \cdot q$ Se niega "p" y se afirma "q"
- 5) $\bar{p} \cdot \bar{q}$ Se niegan "p" y "q"
- 6) $(p \cdot q) \vee (p \cdot \bar{q})$ "p" y "q" son verdaderos o p y \bar{q} es verdadera, etc.
- 7) $(p \cdot q) \vee (\bar{p} \cdot q)$
- 8) $(p \cdot q) \vee (\bar{p} \cdot \bar{q})$
- 9) $(p \cdot \bar{q}) \vee (\bar{p} \cdot q)$
- 10) $(p \cdot \bar{q}) \vee (\bar{p} \cdot \bar{q})$
- 11) $(\bar{p} \cdot q) \vee (\bar{p} \cdot \bar{q})$
- 12) $(p \cdot q) \vee (p \cdot \bar{q}) \vee (\bar{p} \cdot q)$
- 13) $(p \cdot q) \vee (p \cdot \bar{q}) \vee (\bar{p} \cdot \bar{q})$
- 14) $(p \cdot q) \vee (\bar{p} \cdot q) \vee (\bar{p} \cdot \bar{q})$
- 15) $(p \cdot \bar{q}) \vee (\bar{p} \cdot q) \vee (\bar{p} \cdot \bar{q})$
- 16) $(p \cdot q) \vee (p \cdot \bar{q}) \vee (\bar{p} \cdot q) \vee (\bar{p} \cdot \bar{q})$

Este conjunto de 16 proposiciones (15 moleculares y una vacía), es el total de combinaciones posibles para una proposición binaria, ya que es sabido en lógica (como Piaget lo menciona en su "tratado de lógica operatoria), que cualquier proposi-

ción puede ser expresada por medio de una proposición que utilice conjunción y/o disyunción.

En la siguiente tabla se puede apreciar lo anterior:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$(p \cdot q)$	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1
$(p \cdot \bar{q})$	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1
$(\bar{p} \cdot q)$	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1
$(\bar{p} \cdot \bar{q})$	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1

Tabla 1

Los unos de las celdillas indican cual proposición conjuntiva (al margen izquierdo) en caso de ser verdadera, hace verdadera a la proposición correspondiente al número superior de la columna.

Así, por ejemplo, si $(p \cdot \bar{q})$ es verdadera (lo cual se representa con un uno), o $(\bar{p} \cdot q)$ es verdadera, o ambas son verdaderas, entonces automáticamente, la proposición 9 de la lista $\{ (p \cdot \bar{q}) \vee (\bar{p} \cdot q) \}$ -ver página anterior-, es verdadera también.

Como se ha dicho ya, todas las operaciones lógicas posibles con un par de proposiciones, están representadas por este retículo de 16 proposiciones binarias:

La conjunción está directamente representada en las proposiciones 2, 3, 4 y 5; La disyunción está encarnada básicamente en la proposición binaria 12- pues $\{ (p \cdot q) \vee (p \cdot \bar{q}) \vee (\bar{p} \cdot q) \} = p \vee q$ -; la implicación la representan las proposiciones binarias 13 y 14 -pues $\{ (p \cdot q) \vee (p \cdot \bar{q}) \vee (\bar{p} \cdot \bar{q}) \} = (q \supset p)$ y $\{ (p \cdot q) \vee (\bar{p} \cdot q) \vee (\bar{p} \cdot \bar{q}) \} = (p \supset q)$ -; la doble implicación, por último; está significada por la proposición binaria - pues $\{ (p \cdot q) \vee (\bar{p} \cdot \bar{q}) \} = (p \stackrel{2}{\equiv} q)$.-

Es importante destacar también que lo que asegura la cobertura de este retículo para el total de operaciones proposicionales binarias, es el hecho de que las 16 proposiciones planteadas, implican varias otras proposiciones, como se deduce de la tabla 1 y de las demostraciones anteriores.

El total de posibles proposiciones surgidas de una - proposición binaria, está pues, representado en esta tabla de las "16 operaciones binarias".

Ahora bien, este conjunto de 16 proposiciones es un retículo, ya que para cualquier par de ellas, habrá un MLI y - un MLS.

Ejemplo:

Los elementos 7 y 9 tienen como MLI a 4 y como MLS a 12.

Veamos:

$$7) \{ (p.q) \vee (\bar{p}.q) \}$$

$$9) \{ (p.\bar{q}) \vee (\bar{p}.q) \}$$

MLI: 4) $(\bar{p}.q)$ pues está contenida en 7 y en 9.

MLS: 12) $\{ (p.q) \vee (p.\bar{q}) \vee (\bar{p}.q) \}$ pues contiene a 7 y a 9.

y así para cualquier par de elementos.

En síntesis, el retículo de operaciones binarias es una estructura que representa el conjunto de comportamientos - proposicionales que puede manifestar el sujeto tomando como ma terial básico un par de proposiciones. La intención que se -- persigue al usar la noción de retículo, es la de proveer una - estructura que se baste para la comprensión de este conjunto - de comportamientos, tomados como un todo relativamente autóno- mo.

al.2) GRUPO INRC.

Al igual que, para comprender la estructura expuesta en el apartado anterior (retículo) requerimos de una noción ma

temática, para comprender el grupo INRC hemos de partir de una definición del concepto matemático de grupo.

"Un grupo es un conjunto de elementos (por ejemplo, - los números enteros) vinculados entre sí mediante una operación (por ejemplo, la suma), de tal forma que se cumplan las siguientes propiedades:" (Phillips, 1977).

- 1) Propiedad de cierre.- La operación del conjunto aplicada a cualquier par de elementos de éste, da como resultado otro elemento del mismo conjunto.

$$V. \text{ gr: } a + b = c$$

Si a y b son enteros, c es un entero.

- 2) Propiedad asociativa.- El resultado final de la operación - con varios elementos no es afectado por la forma de asociar éstos, si se asocian en el orden debido.

$$(a + b) + c = a + (b + c)$$

- 3) Existencia de un único elemento neutro.- En el conjunto debe haber un elemento tal, que al ser combinado mediante la operación con cualquier otro elemento del conjunto, da como resultado ese mismo elemento.

El elemento neutro para el conjunto de los números enteros, con la operación de suma es el cero (0), ya que:

$$x + 0 = X \quad \text{Cualquier entero sumado a 0 da el valor del -- mismo entero.}$$

- 4) Existencia de varios elementos inversos.- Para cada elemento del conjunto, hay un elemento que al combinarse con él, da -

como resultado el elemento neutro.

$$\text{V. gr. } 3 + (-3) = 0$$

$$5 + (-5) = 0$$

En el conjunto de los enteros, con la operación suma, el -3 es el elemento inverso del 3 y el -5, el elemento inverso del 5.

El grupo INRC es ante todo, como cualquier estructura en este contexto, un conjunto de comportamientos; específicamente, se trata de un conjunto de 4 transformaciones que el sujeto puede manifestar en sus acciones, y que puede ser caracterizado mediante la estructura de grupo matemático.

Las transformaciones son las siguientes:

I = Transformación Idéntica (deja a la acción inalterada).

N = Transformación por negación (invierte la acción).

R = Transformación recíproca. (mismo efecto que N pero compensando la acción sin invertirla).

C = Transformación correlativa (mismo efecto que la acción original pero por diferente vía).

Ejemplo:

En la figura 1 el caracol puede moverse a la derecha, llegando al punto B, siguiendo el movimiento indicado por la flecha 1; puede llegar al mismo punto (no en relación a la cartulina, sino a un referente externo), moviendo la cartulina a la derecha, como lo indica la flecha 2. Es decir, hay una acción que tiene por efecto llevar al caracol al punto B (su propio desplazamiento) y otra acción que tiene un efecto semejante, lleva al caracol al punto B, pero por una vía distinta: moviendo la cartulina. Por otro lado, hay una acción 3 que neutraliza la acción 1, invirtiéndola (el caracol regresa al punto de partida),

y una acción 4 que regresa al caracol al punto de partida pero por una vía diferente a la acción 2: no invierte a 1, simplemente la neutraliza o compensa.

En este ejemplo puede verse que a partir de la acción 1, se derivan otras acciones que tienen similar efecto o efecto contrario a 1; la comprensión de este sistema de acciones, -su concepción, supone un conjunto de comportamientos simbolizables con un grupo INRC. Estos comportamientos, -según Piaget- pueden ser vistos como transformaciones de una acción.

Así, la transformación idéntica de 1, deja a la acción 1 inalterada.

$$1 (I) = 1$$

La transformación negativa de 1 da 2, que es la negación de 1.

$$1 (N) = 2$$

La transformación recíproca de 1 da 4, que es la recíproca de 1.

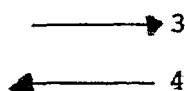
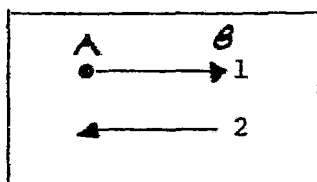
$$1 (R) = 4$$

La transformación correlativa de 1 da 3, que es la correlativa de 1.

$$1 (C) = 3$$

Así, a partir de una acción, el sujeto concibe, mediante 4 transformaciones, la acción misma, su negación, su recíproca y su correlativa. La capacidad puesta en juego para -llevar a cabo estas transformaciones, es la que pretende representar el grupo INRC. (Ver Flavell, 1979).

FIGURA 1



Tenemos otro ejemplo:

El alargamiento de un resorte depende de la magnitud del peso que se cuelgue de él y de la rigidez del metal que -- constituye el resorte; si consideramos la acción de aumentar el peso que cuelga del resorte, sabemos que esto trae como consecuencia un alargamiento del mismo. Hay, sin embargo, otra acción que tiene la misma consecuencia (alargar el resorte) pero operando por una vía distinta: disminuir la rigidez del resorte, que es la acción correlativa del aumento de peso, y a la -cual se accede por una transformación correlativa de ésta.

Hay 2 acciones que tienen efecto contrario al del aumento del peso, ya que acortan el resorte: disminución del peso, acción inversa de su aumento, y aumento de la rigidez del -resorte, acción recíproca del aumento de peso; a ellas se llega, respectivamente, mediante una transformación inversa y una recíproca; tenemos aquí ejemplificadas las transformaciones de una acción, que constituyen el grupo INRC. Veámos ahora por qué estas transformaciones son un grupo:

Los elementos del grupo INRC son las 4 transformaciou

nes: idéntica, negación, recíproca y correlativa.

La operación que se verifica entre ellas es la de -- composición, ya que a una transformación de una acción puede - seguirle otra que se integra a la anterior, y así sucesivamen- te.

Las propiedades del grupo son verificadas por estos 4 elementos, con dicha operación: (Ver Flavell, 1979. pp. 236).

- a) Propiedad de cierre: cualquier par, tercia o cuaternio de trans- formaciones del grupo, dan como resultado una transformación - del grupo.

V. gr:

$$N R = C$$

En el ejemplo del caracol, la negación es 2, su recí- proca (de la negación no de 1) es 3 (ya que produce un efecto contrario sin anular a 2), que es la correlativa, como la ecua- ción lo indica.

$$C R I = N$$

En el mismo ejemplo, la correlativa es 3, su recípro- ca es 2 y la idéntica de ésta es 2, que resulta ser N (de la - original).

Como muestran estos ejemplos, cualesquiera combinación de transformaciones de este grupo, da como resultado una trans- formación que forma parte del grupo; así pues, la propiedad de cierre se cumple.

- b) Propiedad asociativa.

Basta citar algunos ejemplos, sin abundar en explica- ciones:

$$(IN) R = I (NR)$$

$$(CR) N = C (RN)$$

$$(INR) C = IN (RC) = I (NR) C \text{ etc.}$$

c) presencia del elemento neutro.- El elemento neutro es la -- transformación idéntica, ya que el combinarse con cualquier transformación de este grupo, da como resultado esa misma - transformación.

$$I (I) = I$$

$$I (N) = N$$

$$I (R) = R$$

$$I (C) = C$$

d) presencia de elementos inversos.- Cada transformación al -- combinarse consigo misma, da el elemento neutro (I); así ca da transformación es su propio inverso.

$$II = I$$

$$NN = I$$

$$RR = I$$

$$CC = I$$

Hasta aquí, las acciones a las que se ha aplicado el grupo INRC, son de carácter físico; pero el grupo INRC tiene - también una representación en el dominio de la lógica.

Si el sujeto postula la hipótesis "cuando hay nubes, llueve" $n \supset //$ (nubes implica llover), la táctica a seguir para contrastar dicha hipótesis es verificar si hay ocasiones en que, presentándose nubes, no se presenta en absoluto manifestación de lluvia, $n \cdot \bar{l}$ (no llueve y hay nubes), que es la inversa o negación de $n \supset //$. Puede ser el caso entonces que el sujeto

hipotética que cuando llueve hay nubes, $n \supset h$ (que es la recíproca de la original $h \supset n$) y para contrastar esta hipótesis, habría que verificar si hay ocasiones en que hay lluvia y no hay nubes, $h \cdot \bar{n}$ (llueve y no hay nubes), que es la correlativa de la original. Puede verse aquí un grupo de transformaciones (a partir de la acción original, la implicación $n \supset h$, aunque la transformación idéntica -I- sea simbólica), pero --- aplicadas a un dominio lógico. (Ver Piaget, 1969).

El grupo INRC, en síntesis, sirve como paradigma de - un conjunto de comportamientos que se manifiestan en el dominio de lo físico y de lo formal, y que sirven al sujeto para - concebir, entre otras cosas, relaciones proporcionales directas e inversas entre factores así como sistemas lógicos de comprobación de hipótesis.

A2) Esquemas Operatorios Formales.- Un esquema es definido por Piaget (Piaget, 1969, pp.20) como la "estructura u organización de las acciones, tales como se transfieren o generalizan con motivo de la repetición de una acción en circunstancias iguales o análogas". En general dentro de la terminología piagetiana, se habla de esquemas para hacer referencia a estructuras sencillas de acción, mientras que el término "estructura" se reserva para comportamientos más complejos, que involucran un mayor número de elementos y generalmente, una coordinación de esquemas.

Los esquemas operatorio formales son, en consonancia con lo anterior, formas de comportamiento relativamente estereotipadas, no muy complejas, que presenta el sujeto operatorio formal ante ciertos problemas o situaciones: problemas que involucran el uso de proporciones (como en la tarea de proyec-

ción de sombras), de disociación de factores (como en la flexibilidad de las varillas), de combinaciones (como en combinaciones de sustancias químicas), de nociones probabilísticas y correlaciones, de inducción de leyes, conservación de volumen, - etc. A título de ejemplo, tomemos el esquema operatorio formal de "disociación de factores": el sujeto que opera adecuadamente (a nivel operatorio formal) en la disociación de factores, es capaz de manipular y conferir diversos valores a un factor para estudiar su efecto sobre otro factor, mientras controla el resto de factores potencialmente intervinientes, manteniéndolos constantes o eliminándolos; de esta manera, determina categóricamente relaciones funcionales entre factores estudiados. Como puede verse, este comportamiento es aplicable a una amplia gama de situaciones y problemas, y es susceptible de coordinarse con otros esquemas (v. gr: el de relaciones de proporciones).

Todos los esquemas operatorio formales se apoyan, en menor o mayor grado, en las 2 estructuras superiores del período operatorio formal, el retículo de la combinatoria proposicional y el grupo INRC.

- b) Capacidades generales que no son referidas a estructuras específicas.- Son comportamientos con un amplio dominio de aplicación y prácticamente ubicuos en la conducta del individuo operatorio formal, que no están ligados a una estructura o esquema en particular sino que son planteados como destrezas o aptitudes que hacen su aparición en el período operatorio formal.

Podemos distinguir 3 fundamentales:

- bl) Extensión de lo real a lo posible.- El sujeto operatorio formal es capaz de referirse proposicionalmente no sólo a hechos concretos y presentes, verdaderos, sino a hechos posibles, futuros,

no necesariamente realizables; en una palabra, es capaz de hipotetizar.

Esta extensión de lo real a lo posible, como Piaget mismo la denomina, redundante en la manifestación de un pensamiento hipotético deductivo, que permite al sujeto una ampliación ingente del dominio al que aplica su inteligencia.

Veamos un ejemplo:

Dado un móvil (por ejemplo, una bola de billar que se desliza sobre una mesa) se le pregunta al sujeto cuáles son las "causas" que determinan su inevitable detención; el sujeto argumentará, según su estadio de desarrollo intelectual, la existencia de obstáculos, de fuerzas contrarias, o eventualmente, de fuerzas de fricción que merman la velocidad o ímpetu del móvil. Si se le pregunta entonces lo que sucedería en caso de desaparecer dichas fuerzas obstaculizadoras, pueden suceder 2 cosas, según algunas investigaciones realizadas por Piaget y colaboradores: si el sujeto no es operatorio formal, asegurará que el móvil termina por detenerse, a pesar de la desaparición de las fuerzas provocadoras de su detención. Si el sujeto es operatorio formal, responderá que, una vez desaparecidas las fuerzas que motivan la parada del móvil, este continuará moviéndose indefinidamente; se accede, pues, por esta vía, al principio de inercia.

El caso del 2do. sujeto, operatorio formal, ilustra la capacidad para concebir un hecho que no sólo no es visible, sino que es virtualmente irrealizable; sin embargo, se hipotetiza el hecho, soslayando momentaneamente su condición de verdad o falsedad, y extrayendo conclusiones (deduciendo) de su posible realización.

El sujeto operatorio formal, en síntesis, no está -- atado a lo real: lo trasciende y lo considera como una porción de lo posible, que se realiza en un momento y espacio determinado.

- b2) Capacidad combinatoria.- El sujeto operatorio formal es capaz de generar, en forma sistemática, el conjunto de combinaciones de hipótesis, objetos, personas o cualesquiera elementos, a diferencia del sujeto operatorio concreto o de estadios anteriores, que sólo logra algunas combinaciones del total posible.

Así, el sujeto ubicado en el período de las operaciones formales puede, por ejemplo, obtener el conjunto de combinaciones o permutaciones posibles con 5 elementos, en forma exhaustiva (completa) y generalmente, en forma no redundante (sin repeticiones).

Esta aptitud es de un valor innegable cuando se considera que permite al sujeto formular el conjunto integral de hipótesis vinculadas a un hecho, a fin de explicarle cabalmente; está, asimismo, íntimamente ligada a los esquemas de probabilidades y disociación de factores, los cuales no podrían aplicarse eficientemente sin el concurso de esta habilidad combinatoria.

- b3) Realización de operaciones con operaciones, es decir, operaciones de 2da. potencia.

El sujeto operatorio formal es capaz no sólo de realizar operaciones (proposiciones, relaciones, etc.) sino de -- realizar también operaciones con operaciones u "operaciones de 2da. potencia" (relaciones lógicas entre proposiciones, operaciones entre relaciones, etc.) Una combinatoria es, por ejemplo, una suma de sumas; las relaciones de proporciones cuando son incluidas en una equivalencia (v. gr: en la expresión $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$),

son ejemplo de relaciones entre relaciones, y así, - en una multiplicidad de dominios, el sujeto operatorio formal - (y es aquí donde mayormente se manifiesta su "formalidad") opera no sólo sobre objetos o símbolos, sino también sobre las -- operaciones mismas.

- c) Comportamientos de equilibración emergentes en el período operatorio formal.- Las estructuras descritas, los esquemas operatorio formales y las capacidades mencionadas, son posibles, según Piaget, por la existencia de un proceso de equilibración -- privativo del período de operaciones formales. Este proceso - de equilibración posibilita la génesis, desarrollo y perfeccionamiento de dichas estructuras y capacidades, y consiste, fundamentalmente, en una competencia operatoria integral. El sujeto puede llevar a cabo operaciones, (acciones interiorizadas, reversibles, coordinables en sistemas de conjunto) con la peculiaridad de que éstas integran las 2 reversibilidades que en - el período de las operaciones concretas se han manifestado separadamente: reversibilidad por inversión (retracción de la - acción) y reversibilidad por reciprocidad (compensación de la acción sin invertirla, sino oponiéndole una acción contrarrestante).

Las operaciones son, en este período operatorio formal, integrales, en el sentido de revertirse por inversión o - reciprocidad, lo cual permite una movilidad intelectual que re - dunda en estructuras y comportamientos con un máximo de estabilidad, permanencia y campo de aplicación, y por consecuencia, con un máximo de equilibrio.

C A P I T U L O I I .

DESCRIPCION DE LAS TAREAS OPERATORIAS.

Se describen en este capítulo las 4 tareas operatorias utilizadas en la presente investigación: "Flotación de los cuerpos", "Flexibilidad de las varillas", "Combinaciones de sustancias químicas" y "Proyección de sombras".

Para cada una de ellas se detalla su técnica de aplicación y materiales, así como sus criterios de calificación.

Estos "criterios de calificación" consisten fundamentalmente en rasgos o indicadores comportamentales que nos permiten ubicar, aproximativamente, al sujeto, en uno de 11 niveles.

- IA) preoperatorio incipiente.
- IA - IB) transicional de IA a IB
- IB) preoperatorio consolidado
- IB - IIA) transicional de IB a IIA
- IIA) operatorio concreto incipiente
- IIA - IIB) transicional de IIA a IIB
- IIB) operatorio concreto consolidado
- IIB - IIIA) transicional de IIB a IIIA
- IIIA) operatorio formal incipiente
- IIIA - IIIB) transicional de IIIA a IIIB
- IIIB) operatorio formal consolidado.

A fin de hacer más explícito el sentido de cada tarea, al final de su descripción se incluye un protocolo ejemplo, que ilustra una aplicación real de dicha tarea.

Se trató de seleccionar 4 tareas que fuesen representativas -en términos de sus objetos de estudio- del conjunto de tareas operatorio formales ideadas por Inhelder y Piaget.

Así, las tareas de "flotación de los cuerpos" y "flexibilidad de las varillas" engloban, para su resolución, capacidades vinculadas con el retículo proposicional combinatorio y con el gru

po INRC, y forman parte de las tareas que Piaget agrupa dentro de la categoría "de construcción de la lógica de proposiciones" (Ver Inhelder y Piaget, 1955).

Por otro lado, las tareas de "combinaciones de sustancias químicas" y "proyección de sombras" involucran, para ser resueltas, destrezas derivadas más específicamente de una de las 2 estructuras básicas. "Combinaciones de sustancias químicas" requiere, como más adelante se explicará prolijamente, de una aptitud combinatoria que está representada, por antonomasia, en el retículo proposicional combinatorio; "proyección de sombras" requiere, por su parte, de una construcción que se explica, en su base, con el grupo INRC.

Estas dos tareas forman parte de las que Piaget agrupa en la categoría de "esquemas operatorio formales" ya que, aunque las tareas incluidas en "la constitución de la lógica de proposiciones" están referidas sin duda a esquemas operatorio formales, parece que Piaget les considera de aparición más temprana, y por esto las incluye en una categoría distinta.

Se ha intentado, en síntesis, que las tareas escogidas cubran la totalidad de habilidades del período formal, y en particular, las dos estructuras matrices que aparecen en él.

Es importante aclarar que las descripciones que a continuación se hacen de cada tarea, de ninguna manera pretenden rigidizar o estandarizar un material y una estrategia que son en esencia semiestructurados, sino que intentan ofrecer una visión general que facilite la comprensión de las características de cada tarea, a fin de propiciar un juicio con mayor conocimiento de causa, de cada una de ellas.

INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.

Se describirán a continuación las 4 tareas piagetianas utilizadas:

II.1) "Flotación de los cuerpos" o "eliminación de las contradicciones".

a) MATERIALES.

- 1 recipiente mediano lleno de agua.
- 1 pedazo de madera de triplay, con forma de paralelepípedo, de 10 x 3 x 2 cms. y 40 grs. de peso.
- 1 pedazo de madera de encino, con forma de paralelepípedo, de 5 x 2 x 1 cms. y 25 grs. de peso.
- 1 cilindro de aluminio de 10 cms. de altura y 3 cms. de diámetro, con 120 grs. de peso.
- 1 botella de vidrio cilíndrica, vacía, tapada, con 15 cms. de altura y 5 cms. de diámetro, con 200 grs. de peso.
- 2 frasquitos cilíndricos de plástico, vacíos, con 5 cms. de altura y 1 cm. de diámetro cada uno; 20 grs. de peso cada uno. Uno abierto y otro cerrado.
- 2 frasquitos cilíndricos de plástico, llenos de aserrín, de 5 cms. de altura, 1 cm. de diámetro y con 50 grs. de peso cada uno.
- 2 frasquitos cilíndricos de plástico, llenos con municiones, de 5 cms. de altura, 1 cm. de diámetro y con 200 grs. de peso cada uno.
- 1 barra cuadrada de plastilina, de 8 x 5 x 2 cms., con 100 grs. de peso.
- 3 alfileres de 3 gramos cada uno.
- 1 tapón de botella, de corcho, con 20 grs. de peso.

b) Técnica de aplicación de la tarea.

b1) Colocación.- El aplicador coloca el recipiente lleno de agua frente al sujeto; coloca también, cerca del sujeto, fuera del recipiente, el material restante.

b2) "Consigna" o presentación.- El experimentador solicita al sujeto que identifique el material.

V.gr: ¿Qué tenemos aquí? -señalando al recipiente con agua y al resto del material-.

Una vez realizada la identificación, el experimentador pide al sujeto que forme 2 clases: una con los objetos que flotan y otra con los que no flotan. Una vez formados ambos conjuntos, le solicita que pruebe si su clasificación es correcta, introduciendo los objetos al agua del recipiente.

b3) Fase semiestructurada de la prueba.- Conforme el sujeto prueba la flotabilidad de cada uno de los objetos, el experimentador le pregunta, según sea el caso, cuál es la razón que explica la flotación, no flotación o flotación a medias aguas de un objeto.

Si el sujeto invoca como único determinante de la flotación de los cuerpos, el volumen o el peso o la forma o el material de éstos (o cualquier otro en forma aislada), el experimentador debe inducirlo a las contradicciones que se derivan de esta explicación equívoca, centrada en un factor, ya que, por ejemplo, si el volumen es considerado el factor explicativo único, es posible hacerle ver al sujeto que un volumen grande puede flotar o no (según su peso), y si el peso es el factor explicativo, habrá que señalar al sujeto que hay objetos pesados que pueden o no flotar (según su volumen).

El aplicador debe requerir al sujeto, por este doble medio del cuestionamiento y la contradicción, una síntesis espontánea (en la medida en que el sujeto la sienta como explicación necesaria), del par de factores influyentes en la flotabilidad de los cuerpos: el peso y el volumen, que son amalgamados en la noción de densidad o peso específico.

Asimismo, el experimentador buscará, contradiciendo e interrogando, que el sujeto construya la ley que rige la flotabilidad de los cuerpos: un cuerpo flota superficialmente si su densidad es menor que la del agua, flota a medias aguas si su densidad es equivalente a la del agua y no flota si posee mayor densidad que el agua. El aplicador debe incitar al sujeto a --probar sus afirmaciones empíricamente y debe preguntarle, constantemente, por la información que de dicha experiencia obtiene.

Es fundamental, por otra parte, que el examinador guarde constancia, en el protocolo especial, de las acciones y verbalizaciones del sujeto que considere pertinentes para configurar el diagnóstico.

C) ESTRUCTURAS COGNITIVAS VINCULADAS CON LA RESOLUCION DE LA PRUEBA.

Como ha sido dicho antes, las pruebas operatorio formales pretenden estimar el grado de desarrollo de esquemas que aparecen, característicamente, durante el período de las operaciones formales, como consecuencia directa del funcionamiento conjunto de las 2 macroestructuras que definen este período: El reticulado de la combinatoria proposicional y el grupo INRC.

Es pues, con fundamento en estas estructuras, como ha de explicarse el funcionamiento de los esquemas operatorio formales. El esquema de "eliminación de las contradicciones", presuntamente mensurado a través de la Tarea de "Flotación de los cuerpos," consiste en la conducta del sujeto que concilia proposiciones opuestas, elimina contradicciones, y que lo hace sin que éstas se deriven necesariamente de hechos concretos, presentes, sino de un planteo hipotético continuo que, a través de la búsqueda mental o empírica de posibles contradicciones, es aceptado o rechazado como verdadero.

Esta aptitud para plantear proposiciones hipotéticas, derivar las proposiciones implicadas y eliminar las no concordantes, está enraizada en la función hipotético deductiva y en general, en la combinatoria proposicional, es decir, en el retículo interproposicional anteriormente aludido.

V. gr:

Si tenemos que:

F = Flotación	p = pesado
\bar{F} = No flotación	\bar{p} = no pesado

entonces el sujeto puede postular la hipótesis:

$F \supset \bar{p}$ (Si un cuerpo flota, entonces el cuerpo no es pesado)

lo que implica, por tollendo tollens:

$p \supset \bar{F}$ (Si un cuerpo es pesado, entonces el cuerpo no flota)

Por un proceso de aplicación deductiva, el sujeto encuentra una contradicción a esta hipótesis:

Un barco es pesado y flota, lo que le obliga a desterrarla como verdadera:

$-(p \supset \bar{F})$ Es falso que si un cuerpo es pesado, necesariamente no flota.

Por otra parte, la comprensión de relaciones de proporcionalidad directa e inversa, del tipo de las que están involucradas en la noción operatoria

$$\text{densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}}$$

precisa de un cimiento que le es proporcionado por el grupo -- INRC del Tipo Físico, que supone en este caso particular, la -- concepción de una acción inversa (disminución de la masa), que -- tiene por efecto disminuir la densidad del cuerpo en cuestión -- (reversibilidad por inversión), y de una acción recíproca, que -- surte el mismo efecto que la inversa, pero por un camino dife-- rente (disminución de la densidad por incremento del volumen--re-- versibilidad por reciprocidad--); por último, para completar el patrón del grupo INRC Físico aquí aplicado, hay una acción co-- rrelativa que equivale, en su relación con la densidad, al au-- mento de la masa: la disminución del volumen (pues ambas aumen-- tan la densidad).

Podemos reconocer, pues, en esta tarea, la decisiva -- influencia que las estructuras generales del pensamiento formal

ejercen sobre el esquematismo operatorio particular puesto en juego.

Cabe destacar asimismo, en relación con este apartado intitulado "estructuras cognitivas vinculadas a la prueba", (que ha de repetirse para cada tarea), que en el se detallan básicamente las relaciones del esquema operatorio (que la tarea en cuestión pretende mensurar) con las 2 macroestructuras del período formal -retículo y grupo INRC-, pero que existe un conjunto de capacidades que recurrentemente utiliza el sujeto operatorio formal en cada tarea, que nos permiten ubicarlo como tal:

Extensión de lo real a lo posible, pensamiento hipotético deductivo, uso sistemático de proposiciones y relaciones lógicas entre ellas, capacidad combinatoria y operaciones de 2da. potencia.

D) CRITERIOS DE CALIFICACION.

IA) En este nivel, los juicios aplicados a un objeto son divergentes y contradictorios; las propiedades atribuidas a algunas cosas no son generalizadas a cosas análogas. Así pues, la clasificación de los cuerpos en flotantes y no flotantes, fase inicial de esta tarea, es insuperable para el sujeto ubicado en este subestadio.

Tea (4 años) dice, por ejemplo, acerca de un pedazo de madera que: "permanece encima. El otro día tiré un pedazo en el agua y se quedó encima". Pero un momento después: "¿La madera? Nadará en todas partes". ¿Y esto? (un pedazo más pequeño) "La maderita se hundirá". ¿Pero no dijiste que la madera nadará? "No, no dije eso".

Cuando se le muestra un alambre por primera vez dice: "se quedará arriba". Un momento después (segunda presentación): "El alambre va al fondo" (no realizó la experiencia). (Inhelder y Piaget, 1955, pág. 29).

IB) Se presenta un intento de clasificación consistente, categorizando a los cuerpos como flotantes y no flotantes; sin embargo, a partir de estas 2 clases, se derivan subclases que forman un conjunto incoherente, imposible de ordenar jerárquicamente. Cada factor invocado como causal de flotabilidad o no flotabilidad, genera una subclase. V.gr: la subclase de cuerpos que flotan porque son chatos. La multiplicidad de factores a los que apela el sujeto en sus explicaciones iniciales, y los que agrega al experimentar con los cuerpos, constituyen un conjunto de supuestos que la realidad contradice cada vez, contradicción que, por otro lado, no parece existir para él.

Tosc (5;6); Antes de experimentar distribuye en 2 clases los

objetos que se le presentan; La clase B (objetos que permanecen sobre el agua) y la clase B' (objetos que se deslizan al fondo del agua). La clase B incluye 7 subclases:

A1) Los objetos que "nadan" o flotan porque les corresponde por su naturaleza hacerlo: barcos y patos.

A2) "los pequeños" A3) "Los livianos" (las piedritas flotan "porque no son pesadas" y pertenecen así al mismo tiempo a las clases A2 y A3) A4) "Los objetos chatos" A5) "Los objetos delgados" A6) "Los que tienen el mismo color que el recipiente" A7) "Los objetos que ya se quedaron antes sobre el agua" (Ibid, pág. 31).

II A) Este subestadio se caracteriza fundamentalmente por la presencia de un esfuerzo encaminado a la superación de las contradicciones propias del subestadio precedente. El sujeto comprende que hay objetos voluminosos que pueden flotar, objetos no voluminosos que también flotan, objetos pesados o ligeros que flotan: asimismo, el sujeto puede formar las -clases intersectas: "objetos ligeros y voluminosos", "objeutos ligeros y pequeños", "objetos pesados y voluminosos" y "objetos pesados y pequeños".

Comienzan a aparecer las nociones de densidad y peso específico, aunque en forma implícita e incompleta: el sujeto aplica el concepto de "pesado" a un objeto, ocasionalmente, según su volumen, y es capaz de concebir a cada sustancia como poseedora de un peso característico.

Ker (7, 6) clasifica entre los objetos que flotan: la madera, los fósforos, los corchos, una tapa y broches de metal, una goma, pequeños clavos y un pequeño cilindro de metal hueco. Los objetos que no flotan son para él: una llau

ve, las piedras, un disco de metal, la aguja y la bola de madera pesada. Después de experimentar construye una tercera clase: la de los objetos que flotan o se hunden según que estén vacíos o llenos de agua: la tapa y la aguja (cuyo agujero deja pasar al agua si se la hunde.) En cuanto a las 2 primeras clases, las define por lo "liviano" o lo "pesado", pero se comprueba que Ker vacila entonces entre los 2 sentidos posibles de esas nociones: el sentido antiguo o absoluto (los clavos pequeños para lo "liviano") y el sentido nuevo o relativo, esto es, el peso específico: ¿El clavo va al fondo? "Sí, porque es hierro" (después de realizar la experiencia) (Ibid).

Hay que hacer notar en este caso, que la noción de densidad o peso específico no es todavía manejada en forma permanente por parte del sujeto.

Jesús (12) clasifica los objetos en flotantes o no flotantes según "el material del que están hechos, su peso y volumen, y por estar algunos cerrados; También depende de su porosidad o de su absorbencia".

Nótese que, aunque empieza a esbozarse la densidad como factor de la flotación, son aducidos otros factores como posibles causales, aunque el sujeto ha tenido ya la oportunidad de la experimentación.

II B) El sujeto es capaz de seriar algunos objetos según sus densidades, y calificarlos como "más llenos" o "menos llenos", lo que demuestra un avance en el manejo del concepto de densidad, en relación al nivel anterior; no obstante, debido a que en este subestadio la conservación del volumen no se ha hecho presente aún, el sujeto es incapaz de generalizar este tipo de comparaciones a todos los cuerpos o sustancias, razón por la que, según Piaget, se comparan el peso de cada cuerpo sometido a experimentación, -

con el peso del volumen total del agua contenida en el recipiente, y no con el volumen de agua equivalente al volumen del objeto. Ahora bien, esta forma de proceder conduce inevitablemente al sujeto a incurrir en una serie de contradicciones de naturaleza tan compleja, que ocasionalmente los sujetos presentan regresiones a conductas de los niveles anteriores (explicación en base al peso absoluto, por ejemplo.)

Otra característica de este nivel es que los sujetos aventuran explicaciones particulares para los casos en que los cuerpos son huecos, e intentan transferir éstas a los casos de los cuerpos plenos o "llenos", aduciendo la existencia de "agujeros", en el caso del hundimiento del cuerpo, o de estar "bien tapados y llenos", en el caso de su flotación.

Hugo (13; 11) afirma que la botella flota ya que "su peso es menor que el del agua" y que las cosas livianas no flotan debido a su "forma de construcción", y a continuación sostiene que el corcho flota "por ser mucha agua, pero si fuera menos no flotaría".

Bru (9 años) "El agua no puede llevar a las piedritas. A la madera si." ¿y si se hunde en el agua? "Volverá a subir -- porque el agua no es lo bastante fuerte, no hay bastante peso de agua" (Ibid, pág. 38.)

Dum (9; 6) La madera flota "porque tiene aire adentro". La llave no "porque no tiene aire adentro" (Ibid, pág. 39)

III A) En este subestadio, la conservación del volumen se presenta espontáneamente en el sujeto. Esta capacidad emergente, junto con la propiedad fundamental de las operaciones formales novedosa en este momento- de extender el poder del pensamiento, de lo

real a lo posible, facilita al sujeto la comparación-imaginaria por necesidad- del volumen de cualquier objeto con el volumen correspondiente de agua, sin remitirse necesariamente al volumen total del agua del recipiente, como en el subestadio precedente.

Esta nueva posibilidad pone al sujeto en el camino de la elaboración operativa de la noción de peso específico como elemento explicativo de la flotabilidad.

Aunado a lo anterior, se manifiesta la capacidad de pensamiento y expresión proposicional en todo su esplendor: el sujeto puede plantear hipótesis sobre hechos posibles, no concretos, y lanzarse a su constatación, si bien los medios de que dispone para ésta son aun incompletos (disociación de factores inacabada, v. gr.)

Asimismo, a partir de las hipótesis planteadas, el sujeto puede derivar consecuencias o implicaciones y ponerlas a prueba mentalmente sin necesidad de la confrontación empírica.

Así, la hipótesis de que la flotación de los cuerpos es debida a su peso absoluto, es desterrada de inmediato por el sujeto de este nivel al pensar que "existen objetos pesados que flotan y objetos livianos que no flotan," así como "objetos pesados que no flotan y objetos livianos que si lo hacen". Puede apreciarse en el ejemplo anterior, que el sujeto no sólo genera hipótesis plausibles per se, sino que intenta generar el conjunto o la combinatoria de proposiciones explicativas, a fin de agotar las posibles explicaciones atingentes al caso, hasta llegar a una que no admita contradicción y le satisfaga.

Enrique (13) dice que los cuerpos que flotan "lo hacen

porque tienen menos peso en relación al volumen del agua" ¿y esto? (mostrándole una botella), "si flota porque tiene aire" ¿y el pequeño recipiente cerrado, con aire dentro, que se hundió? "tenía menos aire" ¿y eso que?"el peso del agua es mayor."

¿Por qué los barcos flotan? "si tenemos el mismo volumen de agua que el barco, éste pesa menos".

Jim (12, 8) clasifica a los objetos que flotan o se -- hunden según que sean "más livianos o más pesados que el agua"; - por ejemplo, un pequeño clavo se hunde porque "es más pesado que el agua". ¿Qué quieres decir? "será necesaria mucho más agua que metal para tener el mismo peso". ¿Y esta tapa? "Cuando se colocan los bordes hacia arriba hay aire adentro; si se ponen los bordes hacia abajo, desciende porque el agua entra adentro y se hace más pesada".

III B.- La única diferencia entre este nivel y el que le antecede, es que ahora aparece en forma consolidada el uso del esquema de disociación de factores, y el sujeto se orienta, por sentirlo como -- una necesidad, en la búsqueda de una unidad de comparación (uni--dad métrica), que le permita confrontar volúmenes iguales con pe--sos diferentes (para determinar contundentemente el efecto del peso sobre la flotación), o pesos iguales con volúmenes diferentes - (para probar la influencia del volumen como factor de la flotabilidad).

Lamb (13; 3) clasifica correctamente a los objetos que se hunden: "sentí más o menos que eran más pesados que el agua", "Comparé con el mismo peso, no con el mismo volumen de agua". ¿Puedes darme una prueba? "Si, tomo estas 2 botellas, las peso...¡ah! (en este momento ve los tubos)"peso este tubo de plástico con agua adentro y compare este volumen de agua con el tubo de madera."

"Es necesario siempre comparar un volumen con el mismo volumen de agua". (Ibid, pág. 47).

Es importante aclarar que Piaget describe solamente 6 calificaciones o niveles para las pruebas operatorio formales, los cuales han sido antes presentados (IA, IB, IIA, IIB, IIIA, IIIIB); Sin embargo, en gran cantidad de ocasiones, los sujetos presentan desfases ("decalages" como el mismo Piaget les llama), que dificultan su ubicación precisa en uno de dichos niveles, - acusando simultáneamente características de un nivel y del inmediato superior. Esto nos ha llevado a adoptar calificaciones - que representan valores intermedios entre los niveles, y que -- significan, fundamentalmente, que el sujeto está en un período de transición sin haberse consolidado en el nivel superior, pero habiendo superado algunas deficiencias del nivel inferior.

V. gr:

La calificación IIA-IIB significa que el sujeto comparte características del nivel de operaciones concretas tempranas (IIA), - con características del nivel de operaciones concretas consolidadas (IIB), lo cual haría injusta una inexacta ubicación de -- aquél en cualquiera de los 2 subestadios mencionados.

PROCOLO "FLOTACION DE LOS CUERPOS"

Nombre: Mauricio Gómez Jasso.
Edad: 16 años, 2 meses.
Grado escolar: 3er. año de secundaria.

Experimentador: Marco A. Rigo.
Secretario: Javier Fernández L.
Fecha: 11 de Marzo de 1981.
Hora: 10 AM.

VERBALIZACIONES
EXPERIMENTADOR.

ACCIONES
EXPERIMENTADOR

VERBALIZACIONES
SUJETO

ACCIONES
SUJETO

¿Qué tenemos aquí?

Señala el material.

"Una palangana con agua, pedazos de madera, frascos de cristal, 1 corcho, botellitas de plástico, 1 pedazo de plastilina, alfileres, tamborcito de aluminio.

Señalando cada material que va nombrando.

Quiero que pongas de este lado los objetos que flotan y de este otro lado los objetos que creas que no flotan.

Señalando ambos lados.

Estos flotan.

Coloca en un montón de un lado: las maderas, el corcho, la botella, los frascos de plástico y los alfileres.

Estos no flotan.

Pone en el otro lado: los cilindros de aluminio, los frascos de plástico llenos de aserrín, los llenos de plomo y la barra de plastilina.

VERBALIZACIONES
EXPERIMENTADOR.

ACCIONES
EXPERIMENTADOR

VERBALIZACIONES
SUJETO

ACCIONES
SUJETO

¿Cómo sabes que -
éstos no flotan?

Señala los objetos
clasificados por -
el sujeto como "no
flotantes".

"Porque son pesados"

Y estos ... ¿por
qué piensas que -
flotan?

Señala los objetos
clasificados como
"flotantes"

"Son más ligeros que
los otros"

Prueba, por favor,
a ver cuáles flo-
tan y cuáles no.

(Sorprendido):
¡¿las agujas se hun-
den?!

Experimenta con to-
dos los objetos, --
echándolos al agua.

¿Por qué creías -
que los alfileres
no se iban a hun-
dir?

"Son muy ligeros"

¿Y entonces?
¿Por qué se hun--
dieron?

"Por su forma...
son puntiagudos",

¿Y un lápiz, que
es puntiagudo?

"Si flota, porque -
no pesa mucho y es
de madera".

Pero acabas de de-
cirme que el alfi-
ler no flota por-
que es puntiagudo.

El lápiz es pun-
tiagudo y flota.

No es sólo eso, tie-
ne que ver cuánto -
pesa también.

¿El lápiz pesa más
que el alfiler?

¡Claro!

VERBALIZACIONES
EXPERIMENTADOR.

¿Y entonces por -
qué el lápiz si -
flota aunque pesa
más que el alfiler,
y éste se hunde?

¿Sabes lo que es
una boya?

Las boyas son de
metal y no se hun-
den.

Si meto este ci--
lindro, que tiene
un hueco adentro,
al agua, se va al
fondo, con todo y
que tiene un hue-
co. ¿por qué?

Pero un barco pe-
sa mucho y no se
hunde ¿a qué se -
debe esto?

ACCIONES
EXPERIMENTADOR

Saca un poco de -
plomo de un cilin-
dro de plástico y
lo cierra; lo in-
troduce al agua y
se hunde.

El experimentador
suspende la tarea.

VERBALIZACIONES
SUJETO

"Por el material del
que estan hechos...
el metal no flota y
la madera si."

"Si, las que hay en
el mar con una ban-
derita."

"Pero tienen un hue-
co adentro"

"Porque tiene muni--
ciones y pesan mu--
cho."

"Tiene la forma que
necesita para flo-
tar."

ACCIONES
SUJETO

Medita

Duda

fastidiado.

II.2) "FLEXIBILIDAD DE LAS VARILLAS" o "DISOCIACION DE FACTORES"

a) MATERIALES.

- 7 varillas metálicas numeradas, cuyas características se describen en la siguiente tabla:

	Material	Forma de sección	Longitud	Espesor
Varilla 1	latón	cuadrada	40 cms.	3.32 mms.
Varilla 2	latón	cuadrada	40 cms.	3.32 mms.
Varilla 3	acero	cuadrada	40 cms.	3.32 mms.
Varilla 4	acero	cuadrada	40 cms.	3.32 mms.
Varilla 5	latón	redonda	40 cms.	3.16 mms.
Varilla 6	latón	redonda	40 cms.	3.16 mms.
Varilla 7	latón	redonda	40 cms.	3 mms.

- 5 pesas metálicas numeradas:

	Peso
Pesa # 1	300 grs.
Pesa # 2	200 grs.
Pesa # 3	100 grs.
Pesa # 4	50 grs.
Pesa # 5	50 grs.

Estas pesas pueden ser colgadas en un gancho que cada una de las varillas tiene en su punta.

- Una armazón de madera, consistente en una base y una tabla empotrada perpendicularmente a ella; en esta última se localizan, en su parte superior, 6 agujeros alineados horizontalmente, todos a la misma altura (unos 30 cms. sobre la base), y separados entre sí, cada uno del otro, por una distancia de 3 cms. (ver figura 1).

En dichos agujeros pueden insertarse a presión las varillas, de modo que queden semifijas, con la posibilidad de variar su "longitud", metiéndolas o sacándolas a lo largo de los agujeros tanto como se quiera.

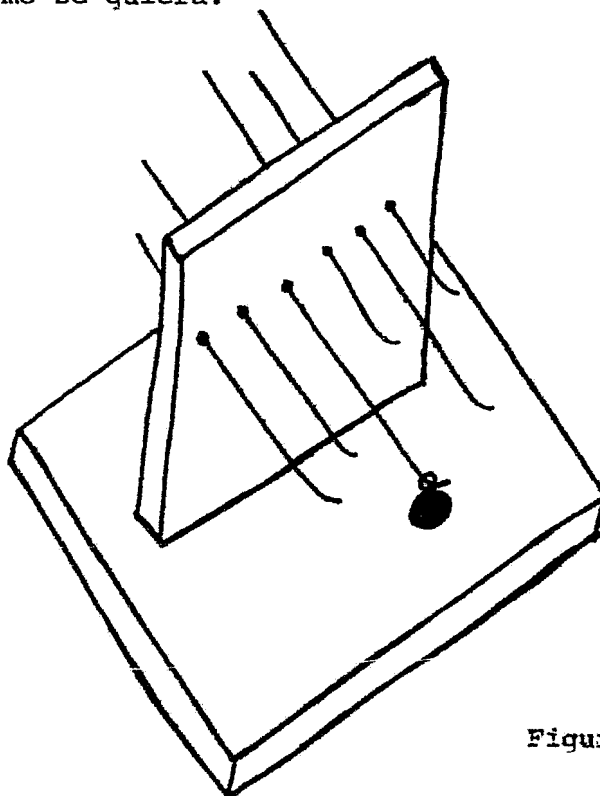


Figura #2

b) Técnica de aplicación.

b1) Colocación.- Se pone sobre una mesa la armazón, las 5 pesas sueltas y las 7 varillas también sueltas.

b2) Presentación o consigna.- Se le pide al sujeto que identifique el material presentado. V. gr: ¿qué tenemos - - aquí?; a continuación se le solicita que forme grupos o clases de varillas según sus semejanzas. Una vez que lo ha hecho, se le pide una explicación de sus clasificaciones. V.gr: ¿por qué éstas van juntas en un grupo?, y el

sujeto deberá explicar las características comunes de las varillas incluídas en cada clase; esto se prolongará hasta que el sujeto llegue a la identificación de las características básicas de las varillas que se le presentan: material, forma de sección, grosor y longitud.

Acto seguido, se le muestra al sujeto como una de las varillas puede insertarse en uno de los agujeros dispuestos en la tabla vertical, y correrse a lo largo de éste, variando así la longitud emergente de la varilla; se le muestra también cómo a dicha varilla se le puede colgar cualquiera de las 5 pesitas, se le pide al sujeto que coloque las restantes varillas en sus respectivos agujeros. A continuación, se le solicita que, colgando las pesitas como quiera, y realizando las manipulaciones que desee, logre que 5 varillas, con una pesa colgando en cada una, queden al mismo nivel, es decir, se flexionen igual.

Una vez que ha logrado lo anterior, se le solicita -- que explique las razones por las que las varillas quedan desigualmente salidas de sus agujeros.

- b3) Fase semiestructurada de la prueba. -- Cuando el sujeto ha completado la explicación solicitada, el experimentador le pregunta -- cuáles son los factores que influyen en la flexibilidad de una varilla. Una vez que el sujeto aduce algunos factores, el aplicador le solicita que demuestre, usando el material presentado, la influencia de dichos factores en el grado de flexión de una varilla; le pregunta también sobre la posible participación de otros factores no referidos, y las experiencias que serían necesarias para probar la impertinencia de ellos.

Así pues, el experimentador pide al sujeto que demuestre cada una de sus afirmaciones (sobre la influencia o no influencia de ciertos factores en la flexibilidad de una varilla),

y en caso de no ser posible una demostración práctica por limitaciones de material, el aplicador solicita al sujeto que le -- describa un experimento que pruebe contundentemente la validez o invalidez de la aseveración postulada. El experimentador debe preguntar al sujeto, a lo largo de la prueba, por los meca-- nismos que utilizará para contrastar sus hipótesis, y los resul^u tados o información que de cada manipulación obtiene; asimismo, es importante llevar un registro de las acciones y verbalizacio^o nes del experimentador y del sujeto (ver ejemplo protocolo).

C) ESTRUCTURAS COGNITIVAS VINCULADAS CON LA PRUEBA.

Las 2 macroestructuras cognitivas que fueron mencionadas como responsables fundamentales de la aparición del esquema de "eliminación de las contradicciones", que permite resolver el problema de la "Flotación de los cuerpos", son asimismo generadoras del esquema que nos ocupa: "disociación de factores".

Estas macroestructuras son el "grupo INRC" y el "retículo interproposicional".

En la tarea de "disociación de factores" o "flexibilidad de las varillas" el sujeto, -para resolverla adecuadamente-, ha de comprender, de entre varias relaciones posibles, por lo menos la relación.

$$F = \frac{p \times l}{g} \quad \text{donde}$$

f = flexibilidad
 p = peso
 l = longitud
 g = grosor.

En esta ecuación pueden ser agregadas las variables -- forma de sección y material (rigidez) si en vez de darles un valor nominal -como sucede la mayoría de las veces-, el sujeto les da valores superiores de la escala de medición (ordinal, intervalor o de razón).

Ahora bien, como ha sido ya visto en el apartado correspondiente a "la Flotación de los cuerpos", la comprensión integral de las interrelaciones entre variables en este tipo de ecuaciones (aunque el sujeto no la plantee como tal), precisa del -- uso de una estructura INRC de tipo físico. Así, por ejemplo, si tomamos como acción directa un aumento de peso (que trae como consecuencia la flexión o descenso de la varilla), su acción inversa es la disminución del peso (que hace ascender la varilla); en

este caso particular hay varias acciones correlativas a la directa mencionada: aumento de la longitud (pues hace descender la varilla, mismo efecto del aumento de peso, pero a través de otra vía), y disminución del grosor (que igualmente motiva un descenso de la varilla). En forma análoga, hay por lo menos 2 acciones recíprocas al aumento de peso (ya que producen un efecto contrario pero a través de la compensación y no de la anulación de la acción, como en la inversa): Disminución de la longitud de la varilla (que determina su ascenso) o aumento del grosor (que también hace subir la varilla).

Baste lo anterior para mostrar la necesidad del uso -- del grupo INRC en la presente tarea.

En lo relativo al retículo interproposicional, Piaget supone (Ibid, pág 61) que en posesión del esquema de "disociación de factores", (cuya utilización es necesaria para la tarea de -- "Flexibilidad de las varillas"), el sujeto opera, proposicionalmente, en la forma que se describe a continuación:

Si \bar{p} = peso de 50 grs.	p' = peso de 100 grs.
l = longitud de 30 cms.	l' = longitud de 30 cms.
g = grosor de 3.16 mms.	y g' = grosor de 3.16 mms.
m = metal de latón.	m' = metal de latón.
r = forma de sección redonda	r' = forma de sección redonda
\bar{F} = Flexión pequeña	\bar{F}' = Flexión mayor que \bar{F}

Tenemos, en un caso específico:

$(\bar{p} . l . g . m . r . \bar{F})$ Y $(p' . l' . g' . m' . r' . \bar{F}')$

de donde se deduce que:

$(\bar{p} \supset \bar{F}) \vee (\bar{F} \supset \bar{p})$. $(p' \supset \bar{F}') \vee (\bar{F}' \supset p')$

Un peso de 50 grs. implica menor flexión o menor flexión implica un peso de 50 grs. (manteniéndose constantes los otros factores), comparado con un peso de 100 grs. que implica mayor flexión o mayor flexión implica un peso de 100 grs. Como resulta evidente que la flexibilidad no determina el peso, y éste último si determina (entre otros factores) la flexibilidad, el sujeto puede concluir que:

Si: a = Factores restantes constantes
p = aumento de peso
F = mayor flexión.

Tenemos que:

"Con otros factores constantes, un aumento de peso determina una mayor flexión".
(a . p) \supset (F)

Este mismo patrón proposicional es adoptado por los sujetos del nivel IIIB consolidado, para cada uno de los factores restantes, como un corolario de la Tarea:

Si:

a = Factores restantes constantes
l = aumento de longitud
g = aumento de grosor
r = aumento de rigidez de la varilla, por cambio del material.
s = cambio hacia una forma de sección más rígida.
F = aumento en la flexión.
 \bar{F} = disminución de la flexión.

Tenemos que:

$\left\{ (a . l) \supset (F) \right\} . \left\{ (a . g) \supset (\bar{F}) \right\} . \left\{ (a . r) \supset (\bar{F}) \right\} . \left\{ (a . s) \supset (\bar{F}) \right\}$

Con los factores restantes respectivamente constantes, un aumento de longitud trae consigo un aumento de Flexión, un au

mento de grosor o de rigidez (por cambio de material o de forma de sección), implica una disminución de la flexión.

Por último, derivado de lo anterior, el sujeto accede a la proposición molecular:

$$F \supset \left\{ (p) \vee (l) \vee (\bar{g}) \vee (\bar{r}) \vee (\bar{F}) \right\}$$

"Un aumento de flexión implica un aumento de peso o - un aumento de longitud o una disminución de grosor o una disminución de la rigidez por cambio del material o la forma de sección de la varilla.

D) CRITERIOS DE CALIFICACION.

ESTADIO I.- Durante este primer estadio, (no se reconoce distinción, para esta tarea, entre los subestadios IA y el IB) los sujetos se limitan a describir lo percibido, sin recurrir a factores que tengan un poder explicativo de los hechos.

V. gr: "La varilla no toca el agua porque permanece demasiado alta"; "La varilla toca el agua porque desciende más abajo", etc.

Se usan insistentemente relaciones precausales (Finalismo, animismo -"La varilla no quiere"-; causalidad moral -"tiene que ser así", "La varilla debe ir al agua", etc.)

El sujeto apela a factores evidentemente no atingentes a la flexibilidad de las varillas, a pesar de disponer de pruebas fehacientes de su inatingencia.

V. gr: Ric declara que una cierta barra "no toca el -- agua por estar fija al tablón", y sin embargo, las que tocan el agua también lo están (Ibid, pág. 51)

IIA) A lo largo de este subestadio, comienzan a presentarse clasificaciones y seriaciones coherentes: el sujeto es capaz de clasificar adecuadamente las varillas, y asimismo, de seriar éstas, de acuerdo a cualquiera de sus características cuantitativas.

Sin embargo, estas seriaciones no son aún multiplicativas, es decir, no ordenan las varillas tomando en cuenta más de un factor a la vez; relaciones multiplicativas del tipo "más larga y más delgada que", por ejemplo, son asequibles únicamente -- hasta el siguiente nivel.

Bau (9; 2) "Hay varillas que se inclinan más que otras porque son más livianas" (muestra la más delgada), "y las otras

son más pesadas".

Demuéstrame que una liviana se dobla más que una pesada (se le da una varilla corta y gruesa, una larga y delgada, y una corta y fina). (Coloca 200 grs. sobre la larga y fina y 200 gramos sobre la corta y gruesa, sin tomar en cuenta el hecho de que la varilla fina que elige es también la más larga) "ya está".

Muéstrame que la larga se dobla más que la corta (coloca de nuevo 200 gramos sobre las 2 mismas varillas y se supone que el resultado probará esta vez el papel de la longitud). Si yo quito la larga ¿puedes todavía comparar para saber si la más liviana se dobla más? "Si, ésta y ésta" (las 2 cortas, una gruesa y otra fina). ¿Qué es más correcto, comparar estas dos o bien comparar como hiciste antes? "Estas" (larga y fina, corta y gruesa). ¿Por qué? "Son más diferentes". (Ibid, pág. 52).

II B) Aparece durante este subestadio, la capacidad de multiplicación de relaciones asimétricas, es decir, la aptitud para establecer simultáneamente varias relaciones entre un par de variables. No obstante, esta capacidad es limitada y el sujeto difícilmente puede establecer más de 3 ó 4 relaciones a la vez.

El sujeto adquiere la capacidad de compensar 2 factores que producen efectos opuestos, pero no se trata aún de una habilidad totalmente generalizada; comprende que, dadas 2 varillas, si una es más larga que la otra, pero ésta es más delgada que aquella, la compensación entre estas desigualdades puede producir inclinaciones similares, sin embargo, no es capaz de compensar de la misma forma, el peso y grosor desiguales, por ejemplo. La impresión generalizada que producen las respuestas de los sujetos de este nivel, es la de que se hallan atados a los hechos concretos que se les presentan, y que son incapaces de idear combinaciones que no sean realizables con los materiales -

puestos a su disposición.

Hae (10; 9) descubre el papel de la materia, del grosor y de la longitud: ¿puedes, sin experimentar, decirme si llegará -bajo con esta varilla? "Podría, pero si la hacemos retroceder solamente un poco: es del mismo metal que ésta, pero es más gruesa, entonces habrá que hacerla retroceder menos que la otra" (Ibid, pág. 53).

Mauricio (16) es capaz de demostrar el papel de la longitud sobre la flexibilidad: Demuestra que la longitud tiene que ver con el "doblamiento de la varilla: (mete y saca una varilla - con una pesa colgando, aumentando y disminuyendo su longitud): "se flexiona menos al meterla más en la tabla"; sin embargo, poco después es inepto para imaginar un experimento que demuestre contundentemente el efecto de la forma de sección sobre la flexibilidad de la varilla: -Si te dijera que la forma de la varilla tiene que ver con su flexibilidad, ¿cómo podrías comprobarlo?-

"No creo que influya"; ¿pero si quisieras demostrarlo - con certeza? "no se me ocurre".

III A) La característica fundamental de este nivel es la aparición del pensamiento hipotético deductivo, que si bien no es totalmente sistemático en sus inicios, representa una ampliación trascendentalísima del dominio de lo real (lo que se le presenta al sujeto) al dominio de lo posible (las combinaciones que el sujeto puede imaginar). Si bien no son aún accesibles todas las hipótesis, el sujeto puede ya formular una mayoría de éstas y someterlas a verificación inmediata.

Se han hecho presentes mecanismos proposicionales de implicación y exclusión que permiten descubrir la presencia de factores contaminantes.

Si:

F = Flexión considerable

\bar{F} = Flexión no considerable

p = peso "grande"

\bar{p} = peso "pequeño"

El sujeto encuentra que

(F . p) . (F . \bar{p}) . (F . p) . (\bar{F} . \bar{p}) es decir, que puede haber flexión considerable con poco o mucho peso, y flexión no considerable, también con poco o mucho peso, lo que le lleva a concluir (por implicación) que otros factores deben estar implicados, contaminando el efecto, (que por otra parte para el sujeto es evidente), del peso sobre la flexibilidad.

El esquema de disociación de factores es, pues, aún incompleto en este subestadio; se realizan comparaciones en las que todavía existe desigualdad en más de un factor y no se conciben aún, en su totalidad, las combinaciones de pares de varillas, necesarias para evidenciar los efectos de cada factor (cualesquiera que sea), sobre la flexibilidad.

Adolfo (16) afirma que "los factores que tienen que ver con la flexibilidad de una varilla son su material, rigidez, diámetro y quizás la forma: la cuadrada da más resistencia".

¿Cómo puedes probar que la longitud de la varilla no tiene que ver con su flexibilidad? (duda y coloca 2 varillas idénticas, una más adentro del agujero y la otra más afuera, con iguales pesos colgando): "Mira, la que sale más se cuelga más abajo que la otra" y eso qué quiere decir? "que entre más larga sea la varilla, más fácilmente se dobla". Más tarde, se le pregunta cómo podría demostrar que el diámetro de una varilla influye en su flexibilidad: "Tomaría una varilla de madera y otra varilla más gruesa de madera con la misma forma, la delgada de 30 cms. y la

gruesa de 40 cms," -Hágase notar como ha confundido el problema planteado: intenta compensar las diferencias, mas que establecer un efecto diferencial variando un solo factor e igualando - los restantes.-

Aule (12; 10) quiere probar que una varilla larga se dobla más que una corta; toma 2 barras de acero, una redonda -- de 22 cms. y la otra cuadrada de 50 cms., pero, al darse cuenta de que la forma de sección no es la misma, ajusta ambas hasta - tener 22 cms. de longitud: "Esta (redonda) se dobla más porque es delgada (tienen el mismo grosor, pero una es redonda y la -- otra cuadrada).

¿Qué probaste? "Creo que no probé nada". "¡Ah! sí, -- que las redondas se doblas más que las cuadradas". (Ibid pág. 57).

Pey (12; 9): ¿Si quisieras comparar una varilla que se doble lo más posible? la buscaría redonda, delgada, larga y de metal blando.

Posteriormente, falla al comparar 2 varillas para probar la influencia de la forma de sección, pues difieren también en grosor, aunque los factores restantes son adecuadamente igua lados (Ibid, pág. 57).

III B) En este nivel, los sujetos establecen comparaciones reales o hipotéticas correctamente, variando sólo un factor a la vez y manteniendo constantes los demás.

Enrique (13) asegura que "lo que tiene que ver con el doblamiento de una varilla es su material, longitud, peso y espesor, pero la forma no".

Un compañero tuyo me dijo que la forma de la varilla si tenia que ver con cuánto se dobla ésta; ¿cómo podrías demostrarle, con las varillas que tienes, que no es cierto ?(busca entre las varillas y las compara una a una, sucesivamente, hasta agotar las posibles combinaciones): "Necesitaría 2 varillas idénticas en todo pero que una fuera cuadrada y la otra redonda" ¿Y que harías con ellas? "les colgaría el mismo peso y verías que se doblan igual".

Dei (16; 10) Dime en primer lugar que factores intervienen (después de ensayar): "El peso, la materia, la longitud de la varilla, quizá la forma. ¿Puede usted probarlo? (Ella compara entonces los 2 pesos de 200 y 300 grs. sobre la misma varilla de acero.) "ya está; la función del peso está probada. Para la materia; no sé". Tome estas de acero y estas de metal blando. -- "Creo que debo tomar 2 varillas de la misma forma. Entonces, para probar la función del metal, comparo estas dos" (acero y metal blando, cuadradas de 50 cms. de largo, 16 mm^2 . de sección, con -- 300 grs. sobre cada una) "o estas dos" (acero y metal blando, redondas de 50 y 22 cms. y 16 mm^2) "para la longitud acortaré ésta" (50 cms. convertidos en 22 cms). "Para la forma comparo estas -- dos" (metal blando redonda y metal blando, cuadrada, de 50 cms. -- cada una y 16 mms^2 .) ¿Podrías probar lo mismo con estas dos? (metal blando, redonda y cuadrada, 50 y 16 cms de largo, y 7 mm^2 de sección): "No, porque esta (7 mm^2) es mucho más delgada" (Y el -- grosor? "Comparo estas dos (metal blando, redondas, 50 cms. de -- largo con 16 y 7 mm^2 de sección)" (Ibid, pág. 60).

PROTOCOLO "FLEXIBILIDAD DE LAS VARILLAS".

Nombre: Jesús González Zúñiga.

Experimentador: Marco A. Rigo

Edad: 16 años, 9 meses.

Secretario: Javier Fernández L.

Grado escolar: 3er. año de preparatoria.

Fecha: 4 de Marzo de 1982.

(Area: Físico matemáticas).

Hora: 12 AM.

VERBALIZACIONES
EXPERIMENTADOR.

ACCIONES
EXPERIMENTADOR

VERBALIZACIONES
SUJETO

ACCIONES
SUJETO

¿Qué tenemos aquí? Señala el material

"7 varillas de metal con un numerito, una Tabla y 5 pesas.

Señala cada material que nombra.

Quisiera que ordenaras las varillas...

¿Como quiera?

Si.

Junta las 2 varillas de latón cuadradas, las 3 de latón redondas y las 2 de acero. examina cuidadosamente las varillas en cuestión.

¿En qué se parecen estas dos? Muestra las 2 redondas de latón, con 40 cms. de longitud y 3.16 mms. de diámetro.

"Las dos son redondas, creo que del mismo metal, igual de gruesas y de igual de largas".

VERBALIZACIONES
EXPERIMENTADOR.

¿Y estas dos?

Quiero que cuel--
gues las pesas de
las varillas que
quieras, pero que
queden las pesas
todas a la misma
altura.

ACCIONES
EXPERIMENTADOR

Señala las varillas
cuadradas de acero,
con 3.32 mms. de es
pesor y 40 cms. de
longitud.

Señala las pesas y
luego todas las va-
rillas.

VERBALIZACIONES
SUJETO

"son igual de largas
del mismo color y -
me parece que tam--
bién del mismo mate
rial, son cuadradas
las 2 y son igual -
de gruesas... creo".

ACCIONES
SUJETO

Manipulando y ob-
servando detenida
mente las varillas
aludidas por el -
experimentador.

Coloca la pesa de
300 grs. en una de
las varillas cua--
dradas, de acero y
3.32 mms. de espe-
sor; la pesa de --
200 grs. en la otra
varilla cuadrada -
(igual a la ante--
rior) sacándola un
poco más; la pesa
de 100 grs. en una
de las varillas de
latón redonda con
3.32 mms. de diáme
tro, metiéndola un
poco más que la an
terior; la pesa de
50 grs. en una va-
rilla cuadrada de
latón de 3.32 mms.
de espesor, sacán-
dola bastante más
que la anterior; -
la otra pesa de 50
grs. en la varilla
redonda de latón,-
con 3.16 mms. de -

VERBALIZACIONES
EXPERIMENTADOR.

ACCIONES
EXPERIMENTADOR

VERBALIZACIONES
SUJETO

ACCIONES
SUJETO

¿Por qué quedaron
así las varillas
3 y 4?

¿Y eso qué tiene
que ver?

¿De qué cosas de-
pende el doblamien-
to de estas vari-
llas?

¿Cómo puedes demos-
trarme que el mate-
rial del que están
hechas las varillas
tiene que ver?

La varilla 4 quedó
más salida que la
3 porque tiene me-
nos peso.

Mientras más peso
cuelques, la vari-
lla se dobla más,-
y entonces hay que
sacarla menos.

De su material, su
grosor, que tan sa-
lidas están del hō-
yo y del peso que
se les cuelgue

"¡Fácil!"
"Tomo una varilla
de estas (acero, -
cuadrada, 3.32 mms.
espesor) y una de
éstas (latón, cua-
drada, 3.32 mms. -
de espesor), les -
cuelgo el mismo pe-
so... vamos a ver..
y se dobla más la
varilla de latón -
que la de acero; -
el material si tie-
ne que ver.

espesor, metiéndola
más que la anterior.
Las pesitas han que-
dado, aproximadamen-
te, a la misma altu-
ra.

Toma las 2 varillas
y les cuelga a cada
una, una pesita de
50 grs. Las deja sa-
lidas la misma lon-
gitud.

VERBALIZACIONES
EXPERIMENTADOR.

ACCIONES
EXPERIMENTADOR

VERBALIZACIONES
SUJETO

ACCIONES
SUJETO

¿Y si quisieras de mostrarme que el grosor de las varillas tiene que ver con su doblamiento?

La forma de la sección de la varilla, ¿no tiene que ver con su flexibilidad?

¿Cómo puedes probarlo?

¿Quiéres hacerlo, por favor?

¿Por qué?

¿Y eso que?

¿Para qué?

Señala.

"Comparo esta varilla (latón, redonda, 3 mms. de espesor) con esta otra (latón, redonda, 3.16 mms. de espesor), y veo que la más delgada se dobla más.

No lo sé... no creo.

Tomando 2 que sean iguales en todo, menos en su forma.

Si.

No, no puedo.

Estas 2 se parecen, pero son de diferente grosor. Deben ser iguales en todo, menos en la forma.

... pues para ver que eso tiene que ver con que tanto se dobla la varilla.

Duda e inspecciona.

Toma las 2 varillas y les cuelga 50 grs. a cada una.

Señala la varilla más delgada.

Compara visualmente una de latón, redonda de 3.16 mms. de espesor, y una de latón, cuadrada con 3.32 mms. de espesor, y las deja.

Señala las 2 varillas observadas.

VERBALIZACIONES
EXPERIMENTADOR.

¿Puedes decirme,
por último, qué
factores tienen
que ver con la
flexibilidad de
una varilla?

ACCIONES
EXPERIMENTADOR

Da por terminada
la tarea.

VERBALIZACIONES
SUJETO

El peso que se cuelga,
lo largo de la varilla,
su ancho, el metal del
que está hecha... mm..
y su forma, a lo mejor,
aunque no lo creo.

ACCIONES
SUJETO

II.3) "COMBINACIONES DE SUSTANCIAS QUIMICAS" o "LOGICA COMBINATORIA".

A) MATERIALES.-

- 4 frascos transparentes numerados, iguales, con capacidad de 325 ml. cada uno, con gotero y conteniendo las siguientes sustancias:
 - Frasco # 1: ácido sulfúrico diluido.
 - Frasco # 2: agua destilada.
 - Frasco # 3: peróxido de hidrógeno.
 - Frasco # 4: tiosulfato de sodio.
- 1 frasco de 325 ml, color ámbar, etiquetado con la letra "G", -- conteniendo yoduro de potasio.
- 1 frasco de 325 ml, color ámbar, sin etiqueta, conteniendo también yoduro de potasio.
- 3 recipientes, cada uno con 12 concavidades en las cuales el sujeto podía hacer mezclas.
- 1 vaso de vidrio transparente conteniendo agua destilada.
- 1 vaso de vidrio transparente conteniendo una mezcla de ácido sulfúrico diluido y peróxido de hidrógeno.

Todas las sustancias presentadas, tanto en frascos como en vasos, son incoloras, inodoras e insípidas.

Las sustancias 1 (ácido sulfúrico diluido), 3 (peróxido de hidrógeno) y "G" (yoduro de potasio), al combinarse producen un color amarillo intenso; la sustancia # 4 (tiosulfato de sodio) es antagonista de esta reacción y la neutraliza, decolorando la mezcla y volviéndola totalmente incolora. La sustancia

2 (agua destilada) diluye levemente el color amarillo, tornándolo más tenue.

B) Técnica de aplicación.

b1) Colocación.- Se colocan frente al sujeto los frascos etiquetados con los números 1, 2, 3 y 4, y el frasco ámbar etiquetado con la letra "G", todos en desorden; se colocan también - cerca del sujeto los recipientes en que éste pueda verificar las mezclas que desee.

El experimentador coloca al frente suyo los 2 vasos -- que contienen líquidos, y coloca también cerca de sí el frasco transparente sin etiqueta, y el frasco ámbar sin etiqueta,

b2) Presentación o "consigna".- El experimentador pide al sujeto que identifique los materiales. V.Gr: ¿qué tenemos aquí? ¿de qué color son las sustancias?.

Una vez lograda la identificación, el aplicador vierte unas gotas de su frasco color ámbar inetiquetado, sobre su vaso que contiene agua, y la mezcla resulta incolora; vierte igualmente unas gotas del mismo frasco sobre su vaso que contiene la mezcla de ácido sulfúrico y peróxido de hidrógeno y, casi al instante, la combinación resultante toma un color amarillo vivo.

El experimentador pide entonces al sujeto que obtenga un color semejante, combinando las sustancias de sus frascos (los del sujeto), como desee.

El aplicador no debe comunicar al sujeto, por ningún motivo, el número de sustancias necesarias para la obtención del color, ni debe sugerirle ningún plan de acción..

El experimentador pregunta al sujeto, antes de que éste comience la manipulación del material, cuáles son sus hipótesis o supuestos de partida, y cuáles sus planes de acción,

b3) Fase semiestructurada de la prueba.

Una vez que el sujeto ha comenzado la manipulación de su material (oliéndolo, observándolo, haciendo mezclas, etc.), - el experimentador debe preguntarle constantemente, a lo largo de toda la prueba, cuáles son las hipótesis, propósitos y planes -- que guían su acción, y cuál es la información que a cada paso obtiene -"¿Cuáles son las combinaciones posibles de dos?" "¿Las has hecho todas?" "¿hay otra combinación que de el color amarillo?" "¿Cómo puedes averiguarlo?", etc.

Es preciso que el examinador anote en un protocolo especial (ver apartado siguiente) durante toda la prueba, las acciones y verbalizaciones del sujeto, así como las suyas propias. Si el sujeto no encuentra la combinación que genera el color amarillo, esta fase se suspende y se prosigue con la 2da. fase, que líneas adelante se detalla.

Si el sujeto encuentra la combinación que se tiñe de - color amarillo, el experimentador puede preguntarle si es la única que logra tal resultado; el sujeto ha de probar experimentalmente sus aseveraciones, en caso de que la fundamentación que -- aduzca para estas sea insuficiente. A continuación, independientemente del éxito o fracaso alcanzado por el sujeto en la determinación de la existencia de combinaciones colorantes diferentes a la producida por 1, 3 y "G", el experimentador vierte unas gotas de su frasco transparente, sin etiqueta, sobre el líquido amarillo contenido en uno de sus 2 vasos, e, instantáneamente, dicha sustancia se torna incolora.

El examinador solicita entonces al sujeto, que determine la sustancia o sustancias que hacen desaparecer el color amarillo, de entre las que tiene en sus frascos etiquetados.

Una vez que el sujeto ha descubierto la sustancia que neutraliza la mezcla amarilla, o en caso de que el sujeto no lo gre tal descubrimiento, se le requieren sus conclusiones sobre esta 2da. fase, y se da por finalizada la Tarea.

C) ESTRUCTURAS COGNITIVAS VINCULADAS CON LA PRUEBA.

Una de las características fundamentales que Piaget -- atribuye reiteradamente al pensamiento formal, es la posibilidad de constituir combinatorias exhaustivas (completas) y no redundantes (económicas), ya sea con objetos o con proposiciones o -- clases lógicas, procediendo no mediante simples adjunciones y -- sustituciones de elementos, sino mediante la correspondencia sistemática de uno o varios elementos con los demás hasta agotar las posibles combinaciones. Dichas combinaciones posibles son espontáneamente avizoradas por el sujeto operatorio formal --según Piaget--, desde el principio de la tarea de sustancias químicas, como un total de posibilidades de entre las cuales, algunas o una sola, produzcan el color amarillo.

Dejemos que sea Piaget mismo quien lo explique: "Uno -- puede preguntarse que sucedería si el problema planteado tuviera que ver directamente con combinaciones, esto es, con elementos o factores que deben forzosamente combinarse entre sí, para obtener un resultado visible. ¿Veremos acaso que los sujetos del nivel -- IIB, e incluso los del IIA, descubren un sistema combinatorio, -- en función de las necesidades de la experiencia, hecho que demostraría la independencia de esta combinatoria en relación con la lógica de proposiciones, o bien por el contrario, que debe esperarse el estadio formal para constituir esta combinatoria experimental, porque los niños del estadio II sólo logran establecer -- algunas combinaciones empíricas con ausencia de sistema de conjunto, tal como lo comprobamos al estudiar la formación de las -- operaciones matemáticas de combinaciones, permutaciones y arreglos?" (Inhelder y Piaget, 1955, pp. 97).

"El resultado obtenido por estas experiencias consiste en una combinatoria sistemática que sólo aparece en el nivel -- III A. En el subestadio IIA el sujeto se limita a multiplicar -- todos los factores 1-4 por G. En el nivel IIB se asiste a un comienzo de combinación mediante tanteos, pero sin método sistemático". (Ibid, pp. 98).

Valga pues, la anterior referencia, como explicación - del atributo de las operaciones formales que resulta fundamento de la tarea de "combinaciones de sustancias químicas": la capacidad combinatoria integral.

No es intención soslayar en este apartado, el importante papel que, no sólo en esta Tarea, sino en todas las tareas -- operatorio Formales, juega la aptitud proposicional por parte -- del sujeto. Sin embargo, se ha preferido enfatizar aquella habilidad que constituye objeto directo de estudio en cada tarea; en este caso, la competencia combinatoria.

D) CRITERIOS DE CALIFICACION.

ESTADIO I.- Durante este período, el sujeto explica la formación del color con base en relaciones precausales. V. gr: animismo; -- "el color no quiso quedarse". No se presentan todavía hipótesis ni intentos de verificación. Se dan unas cuantas combinaciones totalmente azarosas de las que prácticamente nada puede deducirse.

Pedro (5; 6) (combina todos los frascos): "No hay color amarillo, ya los combiné todos" ¿Y si pruebas sólo con algunos? "A ver"; (prueba G con 1, G con 3, G con 3 y 1, G con 1 y 4, G con 1, 4 y 3).. "No creo que éstos sean los mismos" ¿los -- mismos que cuales? "que los que tú usaste". ¿por qué lo crees? "creo que tú usaste 2 para hacer el color". Podrán ser más, no sólo 2. "Ya probé con todos juntos y no dió el color".

SUBESTADIO IIA.- El sujeto combina G con cada uno de los demás, pero no realiza las otras combinaciones dobles posibles y mucho menos, las combinaciones triples o cuádruples; en caso de realizar combinaciones de 3 en 3, lo hace azarosamente y en forma in completa.

Alberto (16) combina G con 1, G con 2, G con 3 y G -- con 4; a continuación, combina 1, 2, 3 y G, 2, 3, 4 y G y 2, 3 y G. Al preguntársele si será alguna combinación de 2 sustancias la que produzca el color, contesta: "No, no han cambiado de color" (señala las combinaciones de G con 1, 2, 3 y 4 respectivamente).

II B) El sujeto al que se le sitúa en este subestadio, produce ya combinaciones triples y cuádruples espontáneamente y en forma más exhaustiva que el sujeto del nivel anterior, pero estas son aún realizadas por tanteo.

Por otra parte, continúa atribuyéndose la formación del color a una sustancia particular y no al efecto de combinación de varias de ellas.

Mauricio (16; 2) prueba G con 4, G con 1, G con 2 y G con 3. Pasa a continuación a las combinaciones triples, por tanteo: G + 3 + 2, G + 4 + 1, G + 3 + 4; "no da". ¿Hay alguna combinación de 2 que pueda darte el color? "puede ser". ¿cómo lo sabrías? "probando 1 con 4, 1 con 3, 1 con 2, etc." Házlo: (combina 1 con 4, 1 con 3, 1 con 2, 3 con 1, 3 con 2, 3 con 4 y 3 con G; 2 con 1, 2 con 3, 2 con 4 y 2 con G) "creo que no".

III A) Aparece la combinación sistemática de sustancias de 2 en 2, de 3 en 3 y de 4 en 4; se concibe al color no ya como resultado de la acción individual de una sustancia sino como resultado posible de la acción conjunta de varias sustancias.

Lidia (15; 2) (realiza las siguientes combinaciones: 3 + 4, 3 + 2, 3 + 1, 3 + G, 1 + 3, 1 + 2, 1 + 4, 1 + G, G + 4, - G + 2, G + 3, G + 1, 2 + 4, 2 + 3, 2 + 1, 2 + G, 4 + 1, 4 + 3, - 4 + 2 y 4 + G).

"De 2 no da, deben ser 3" (prueba 3 + G + 4, 3 + G + 1 y 3 + G + 2). La segunda de estas triples combinaciones genera el color.

"Esta es (señala la combinación 1, 3 y G); "mmh, ahí pu se 3, 1 y G".

¿Hay alguna otra combinación que pueda darte el color? "No sé, necesito probarlo". ¿Cómo lo harías? "combino G + 4 + 1, G + 4 + 2, G + 4 + 3, G + 1 + 3, G + 3 + 2, 1 + 2 + 3, 1 + 2 + G, 1 + 4 + G, "mmh" ¡ah! 1 + 4 + 2, 2 + 1 + 3, 2 + 4 + 1 y 3 + 2 + 1.

Hay que notar que el procedimiento es bastante sistemático, pero, en el caso de las combinaciones dobles, aunque exhaustivas (están todas las posibles), son parcialmente redundantes - (ya que algunas se repiten innecesariamente), y en el caso de las combinaciones triples, estas no son exhaustivas (ya que no se mencionan, ni con mucho, todas las posibles).

III B.- El sujeto de este nivel agota sistemáticamente y sin redundancia todas las posibles combinaciones entre 2, 3 y 4 sustancias.

Dispone, asimismo, de una estrategia de adjunción y -- sustitución de sustancias para probar su papel respectivo en la generación y/o desaparición del color.

Jaime (21, 1) combina $4 + 1$, $4 + 3$, $4 + 2$, $4 + G$, $1 + 3$, $1 + 2$, $1 + G$, $3 + 2$, $3 + G$, $G + 2$. "¡Ya! ¿están todas las de 2? "si" ¿y entonces, el color? "Buscaré en las de 3": $1 + 2 + G$, $1 + 3 + G$, $1 + 4 + G$ (obtiene el color en la segunda triple combinación) "esta es" (señala 1, 3 y G) ¿Hay alguna otra combinación que pueda hacer el color?

"Habría que tratar con las otras de 3".

Házlo, por favor; "Bueno, ya combiné 1 y G con 2, 3 y 4; ahora combinaré (lo hace) 1 y 2 con 3 y 4. "tampoco es ninguna de ellas; probaré con las que faltan; (combina 1 y 3 con 4 -duda-) "y se acabaron todas de 3: ninguna otra da el color".

¿Habría alguna de cuatro que obtengas el color? "Voy a ver" (-duda-, combina $1 + 2 + 3 + G$, $1 + 2 + 3 + 4$, $1 + 3 + 4 + G$, $2 + 3 + 4 + G$ y $1 + 2 + 4 + G$ (las ha apuntado para no olvidarlas) "creo que son todas; ninguna de 4 produce el color." - ¿Cuáles combinaciones te faltan? "Sólo la de las 5 sustancias juntas".

Más adelante, para averiguar cual es la sustancia que neutraliza el color amarillo, mezcla 1 + 3 + G en 2 vasos a la vez y les agrega, a uno, "2" y al otro "4". En este último desaparece el color, de lo que deduce: "4 es la sustancia que lo -- anula: 2 no hizo nada".

PROCOLO. "COMBINACIONES DE SUSTANCIAS QUIMICAS".

Nombre: Espinoza Romero Hugo.
 Edad: 13 años, 11 meses.
 Grado escolar: 1er. año de secundaria.

Experimentador: Marco A. Figo.
 Secretario: Javier Fernández Z.
 Fecha: 2 de Marzo de 1981.
 Hora: 8 AM.

VERBALIZACIONES
EXPERIMENTADOR.

ACCIONES
EXPERIMENTADOR

VERBALIZACIONES
SUJETO

ACCIONES
SUJETO

¿Qué tenemos aquí?

(Señala el material del sujeto y el suyo propio)

goteros con líquido claro, vasos con -- agua, charolitas -- con huecos.

Quiero que veas lo que voy a hacer.

Si.

Vierte unas gotas - del frasco color ámbar inetiquetado sobre cada uno de sus vasos; la mezcla de uno de ellos se pone amarilla.

¡Que padre!

Se acerca visiblemente interesado.

¿Qué es?

Después te lo digo.

Quiero que produzcas un color amarillo como éste, con tu material, y que me digas que sustancias de éstas necesitas para hacerlo.

Señala el material al frente del sujeto.

"¿Con todo esto?"

Señala su material.

Si.

VERBALIZACIONES
EXPERIMENTADOR.

ACCIONES
EXPERIMENTADOR

VERBALIZACIONES
SUJETO

ACCIONES
SUJETO

¿Y entonces? ¿Qué
es lo que pasa?

¿Qué puedes deducir
de lo que has hecho?

¿Por qué crees que
tiene que ser G?

Pero la sustancia
es igual a las otras,
no quiere decir que
tengas que usar ese
frasco a fuerza.

¿Por qué te asombra?

¿Por qué lo crees?

¿Cuántas sustancias
tienes que combinar
para hacer el color?

Combina G + 1, --
G + 3, G + 4 y --
G + 2.

"No ocurrió nada".

"Voy a probar otras" Combina 1, 2, 3,4
y G.

"Tampoco da".

"Debe ser G pero no
con todos"

"Porque tú usaste un Señala el frasco
frasco igual a éste!" "G" suyo.

"Voy a ver con otras"

Mezcla 1 y 2, 2 y
3, 3 y 4.

¡¡Tampoco dió!!

Muy asombrado.

"No es ninguna de -
de las 5".

"Ya combiné todas y
ninguna da el color"

"mmh".

Duda.

VERBALIZACIONES
EXPERIMENTADOR.

ACCIONES
EXPERIMENTADOR

VERBALIZACIONES
SUJETO

ACCIONES
SUJETO

¿El color te puede dar con una combinación de 2 sustancias?

"¿Cómo lo sabes?

¿qué crees entonces?

¿Cómo puedes averiguarlo?

¿Por qué?

¿Cómo le harías para saberlo?

Hazlo

¿Ya hiciste todas las combinaciones que se pueden hacer?

"Creo que 2.. o 3.. no sé".

"No."

"Ya hice todas las mezclas de 2 y no dió".

"Deben ser más de 2; 3 ó 4".

"Combinando 3 al mismo tiempo".

Combina 1, 2 y 3,
2, 3 y 4, 3, 4 y G

"No da tampoco con 3".

"Ya las hice y ninguna se pone amarilla".

"Debe ser con 4, porque ya junté las 5 y no dió tampoco".

"Pues juntaría 1, 2, 3 y 4 luego 2, 3, 4 y G".

Mezcla 1, 2, 3 y 4
y 2, 3, 4 y G.

"No se puede hacer el color".

"Creo que si y no sale".

VERBALIZACIONES
EXPERIMENTADOR.

¿Qué crees?

Bueno, ahora quie
ro que te fijes -
en lo que hago.

Quiero que me digas
qué sustancia o sus
tancias quitan el -
color.

Si, por favor.

¿Solamente el 4?

ACCIONES
EXPERIMENTADOR

Echa unas gotas de
su frasco transpa
rente inetiquetado
sobre la mezcla --
amarilla y se tor
na incolora.

El experimentador
saca un frasco lle
no del líquido amā
rillo y lo vierte
en las concavidades
1, 2, 3, 4, 5, 6,-
7, 8 y 9 para mez
clas.

VERBALIZACIONES
SUJETO

"Con mis frascos no
se puede hacer ama
rillo".

"¿¡Es como magia!?"

"¿Pruebo?"

"¡Es el 4!"

"O el "G".

ACCIONES
SUJETO

Se ve convencido.

Prueba echando de su
frasco # 1 en el lí
quido de la concavi
dad 1, luego, en esa
misma concavidad echa
del 2, del 3 y del 4.

Llegado a este punto,
la mezcla se torna in
colora.

VERBALIZACIONES
EXPERIMENTADOR.

¿Cómo lo sabrías?

O. K. Gracias, ya
terminamos.

ACCIONES
EXPERIMENTADOR

VERBALIZACIONES
SUJETO

"No, G no; sólo 4".

ACCIONES
SUJETO

Prueba echando líquido
de G en el líquido
de amarillo de la con
cavidad # 2.

II.4) "PROYECCION DE SOMBRAS" o "RAZONAMIENTO PROPORCIONAL".

a) Materiales.

- Una mesa rectangular con 1 metro de altura, 35 cms. de ancho y 150 cms. de largo, En su superficie superior, a lo largo, - esta graduada en centímetros, y sobre ella se colocan el resto de materiales.
- 1 Lámpara portátil.
- 4 círculos de cartón, blancos, con 5, 10, 20 y 30 cms. de diámetro respectivamente, y con este dato escrito en su superficie.
- 4 cuadrados de cartón blanco, con 5, 10, 20 y 30 cms. de diámetro respectivamente, y con este dato escrito en su superficie.
- 1 Cartulina grande, blanca, en la cual pueden proyectarse las sombras producidas por los círculos o cuadrados al interferir la luz de la lámpara portátil.

b) TECNICA DE APLICACION.

bl) Colocación.

El experimentador coloca la lámpara portátil sobre la mesa, en un extremo, de manera que pueda proyectar sombras sobre la cartulina blanca situada al otro extremo - de la mesa.

Los círculos y cuadrados se colocan también sobre la mesa, preferentemente en orden de tamaños y haciendo visibles sus diámetros (el dato escrito en su superficie).

b2) Presentación o "consigna". El experimentador solicita al sujeto que identifique el material.

V. gr: ¿que tenemos aquí? (señalando el material).

Una vez que el sujeto ha identificado el material, el experimentador toma 2 círculos de diferentes tamaños, colocando los en tal forma que, al proyectar sus sombras, éstas coincidan; el aplicador pregunta entonces al sujeto la razón por la que es tos círculos guardan diferentes distancias a la pared, para pro ducir sombras de tamaño semejante.

b3) Fase semiestructurada de la prueba.- El sujeto aduce los factores que a su parecer, determinan el tamaño de la sombra producida por un objeto; según su explicación se oriente hacia ciertos factores (distancia del objeto del plano de proyección a la fuente luminosa, tamaño o forma del objeto, etc.), el experimentador le solicita que demuestre el papel de ellos manipulando el material disponible. El aplicador proporciona al sujeto datos completos de un caso hipotético, para que el sujeto determine la manera como podrían formarse sombras equivalentes a la producida en el caso referido.

V. gr: ¿Cómo formarías una sombra igual a la de un círculo de - 20 cms. de diámetro, colocado a 10 cms. de distancia del foco, - con un círculo de 30 cms. de diámetro? ¿a qué distancia deberías ponerlo del foco? ¿y si quisieras producir otra sombra igual a la mencionada, teniendo un círculo a 100 cms. del foco, de que diámetro debería de ser dicho círculo?, etc.

El experimentador pide al sujeto que formule una explicación general o ley que precise los factores determinantes del tamaño de la sombra producida por un objeto, y la forma en que estos factores interactúan.

El aplicador debe cuestionar, continuamente, durante toda la prueba, al sujeto, a fin de conocer sus hipótesis para cada problema planteado, sus planes para resolverlo y los datos que de cada manipulación obtiene; asimismo, debe registrar todas las acciones y verbalizaciones propias y del sujeto, que considere relevantes para la interpretación de los resultados (Ver apartado siguiente).

C) ESTRUCTURAS COGNITIVAS VINCULADAS CON LA PRUEBA.

La estructura cognitiva fundamentalmente involucrada en la resolución de esta tarea es el grupo INRC, ya que si:

- T = aumento del tamaño del objeto.
- \bar{T} = disminución del tamaño del objeto.
- D_F = aumento de la distancia del objeto a la fuente luminosa.
- \bar{D}_F = disminución de la distancia del objeto a la fuente luminosa.
- D_p = aumento de la distancia del objeto al plano de proyección.
- \bar{D}_p = disminución de la distancia del objeto al plano de proyección.

A partir de cualquiera de estas acciones (expresadas - aquí proposicionalmente), mediante las transformaciones características del grupo INRC, se accede a las 5 acciones restantes.

V. gr:

$$T (I) = T$$

T (N) = \bar{T} produciendo el efecto contrario a T, anulando T mediante su inversión, retroacción o anulación.

T (C) = $(\bar{D}_F) \vee (D_p)$, Es decir, cualquiera de estas 2 acciones es correlativa de T ya que producen el mismo efecto (aumentar el tamaño de la sombra), pero por vías distintas a la de T.

T (R) = $(D_F) \vee (\bar{D}_p)$, es decir cualquiera de estas 2 acciones produce el efecto contrario a T (disminuir el tamaño de la sombra) pero sin anular a T, (como \bar{T}), sino compensándole.

En síntesis, la interrelación entre factores que el sujeto debe comprender para solventar adecuadamente la presente tarea, puede ser descrita en términos del grupo INRC, sin querer significar con esto que otras capacidades operatorio formales no concurren en este caso: lo hacen, sin duda, pero no constituyen elementos explicativos de la relevancia del mencionado grupo -- INRC, y por esta razón, se ha preferido excluirlos del presente análisis.

D) CRITERIOS DE CALIFICACION.

Estadio I.- Los sujetos de los niveles preoperatorios no comprenden nada acerca de la formación de las sombras, por lo que no -- tiene caso referirnos a ellos en esta tarea.

Subestadio IIA.- En este nivel, los sujetos descubren el papel -- del tamaño de los objetos como determinante del tamaño de las -- sombras producidas por ellos, pero ignoran aún la intervención -- del factor "distancia". El sujeto parte del supuesto de que la distancia del objeto a la fuente luminosa o a la pantalla de proyección, nada tiene que ver con el tamaño de la sombra producida. Cuando la experiencia desmiente esta creencia, piensa que la distancia modifica el tamaño de la sombra arbitrariamente, es decir, en forma proporcional directa unas veces, y en forma inversa, -- otras.

Pei (7; 10) prevé con corrección que un círculo de 10 cms. de diámetro dará una sombra mayor que un círculo de 5; si lo desplazo de este lado ¿dónde estará la sombra? "Allí" (justo) ¿Guarda el mismo tamaño, se vuelve mayor o más pequeña? "Se queda igual". (Inhelder y Piaget, 1955, pp. 170).

Bar (8; 8) comienza con las mismas reacciones. Luego descubre en la experiencia que la sombra de un mismo círculo varía de tamaño en función de la distancia. Se le pide entonces -- que forme una misma sombra con 4 círculos desiguales: coloca el de 20 a 70 cms. de distancia, el de 10 a 41 cms., el de 5 a 23 -- cms. y el de 10 a 11 cms. (Ibíd, pp. 170).

Subestadio IIB.- Se descubre el papel de la distancia; sin embargo, el sujeto prefiere ostensiblemente las relaciones directas, ya que la distancia que considera es la que va del objeto a la --

pantalla de proyección (al aumentar esta distancia aumenta el tamaño de la sombra), y no la distancia del objeto a la fuente luminosa (al aumentar esta distancia, disminuye el tamaño de la -- sombra).

El sujeto compensa los efectos recíprocos del aumento del tamaño del objeto con el aumento de la distancia (o viceversa), -- pero lo hace a través de compensaciones aditivas, y no por compensaciones multiplicativas.

Se presenta una primera intuición del proceso físico -- que determina los efectos de interacción entre tamaño del objeto y distancia del mismo a la fuente luminosa, como determinantes -- del tamaño de la sombra producida; así, se concibe la proyección de la luz, como un "cono luminoso" que está formado por rayos -- divergentes de dirección bien definida.

Adolfo (16, 1) después de haber realizado la experiencia con varios círculos, afirma que "para producir igual sombra que con un círculo de 10 cms. a 5 cms. del foco, se necesita uno (un círculo) de 20 cms. a 15 cms. "porque" lo que aumentó de -- grande en el círculo, tengo que aumentarlo igual en la distancia".

Mand (9; 6): "A medida que esto se adelanta (hacia la vela) ésto (la sombra), se vuelve cada vez más grande, porque -- cuando está más cerca (de la pantalla de proyección) se vuelve -- más pequeño, y cuando está más lejos (de la pantalla) se vuelve más grande" (Ibid, p.p. 170).

Subestadio IIIA. -- Comienzan a presentarse compensaciones multi-- plicativas para explicar y predecir los efectos recíprocos que -- pueden surtir el tamaño del objeto y su distancia a la fuente lu -- minosa, sobre el tamaño de su sombra; asimismo, el sujeto comien -- za a utilizar en sus explicaciones el factor "distancia a fuente

luminosa", a pesar de guardar éste una relación inversa con el -- tamaño de la sombra, en lugar del factor "distancia a la pantalla de proyección", que como sabemos, guarda una relación proporcio - nal directa con el tamaño de la sombra.

No obstante estos avances, el sujeto aplica las compen - saciones multiplicativas correctamente sólo en algunos casos, y - es incapaz aún de formular una explicación o ley general que abar que todos los casos.

Salvador (17; 2) supone correctamente que "para formar una sombra como la que hace un círculo de 50 a 20 cms., se necesi ta uno de 25 cms. a 10 cms., o uno de 5 cms. a 2 cms. "pero falla en el siguiente: ¿si quieres producir una sombra igual que ésta - (la producida por los círculos antes mencionados) con un círculo de 30 cms. de diámetro, a que distancia del foco lo pondrías? - - "mmh... el de 30 a 15". ¿por qué? "daría más o menos la misma som bra".

Duc (12; 1) después de colocar el círculo de 20 a 83 -- cms., dice: "Ahora hay que contar desde aquí hasta allá (a la ve - la) y dividir por 4". Coloca entonces el círculo de 5 a 21 cms., el de 15 a 61 cms. pero el de 10 a 51 cms. (Ibid, pp. 172).

Subestadio III B.- El sujeto es capaz de manifestar una ley o ex plicación general que le posibilita predecir correctamente las -- compensaciones en todos los casos.

Joel (15; 8) Afirma que "la misma sombra da un círculo de 6 cms. a 5 de distancia, que uno de 5 a 4.16, ya que las 2 divi siones (tamaño del círculo entre distancia) dan 1.2" (ha hecho la división en una hoja) ¿A qué distancia deberías poner uno de 3 -- cms.? "a 2.5 cms." ¿por qué? "Si es la mitad (el círculo) la dis - tancia será también la mitad" ¿y si quisieras poner un círculo a

10 cms., de qué tamaño debería ser? "Déjame ver" (calcula)..." a 12, porque sigue dando 1,2" (al dividir tamaño del objeto entre distancia); "para que 2 círculos den la misma sombra, deben dar el mismo resultado dividiendo su tamaño y su distancia".

Mart (16; 2) Comienza por el examen de los círculos mediante el procedimiento de apuntar con la vista. "Hay que colocar el mayor lo más lejos posible y es necesario que exista una (misma) relación entre los diámetros de los círculos y las distancias". Logra obtener la proporción.

PROTOCOLO. "PROYECCION DE SOMBRAS".

Nombre: Rodríguez Luna Sara.
Edad: (13; 8).
Grado escolar: 2do. de secundaria.

Experimentador: Marco A. Rigo.
Secretario: Javier Fernández Z.
Fecha: 9 de Marzo de 1981.
Hora: 8 AM.

VERBALIZACIONES
EXPERIMENTADOR.

ACCIONES
EXPERIMENTADOR

VERBALIZACIONES
SUJETO

ACCIONES
SUJETO

¿Qué tenemos aquí? Señala el material.

"Unos círculos de diferentes tamaños, unos cuadrados también de diferentes tamaños, un foco prendido y una cartulina".

¿Y esto?

Señala la parte de la mesa graduada en centímetros.

"Parece una regla sobre la mesa".

Quiero que observes lo que voy a hacer.

OK.

Coloca el círculo - de 5 cms. a 20 cms. del foco y el de 10 cms. a 40 cms. del foco y las sombras coinciden.

¿Ves que las sombras son iguales?

"Si".

¿Por qué?

"Porque los círculos son de diferente tamaño; uno es de 5 cms. y otro de 10 cms".

VERBALIZACIONES
EXPERIMENTADOR.

¿Y eso que tiene
que ver?

¿Puedes demostrar
melo?

¿Entonces por qué
si yo pongo el de
5 y el de 10 así,
me dan la misma -
sombra?

¿Y eso que?

ACCIONES
EXPERIMENTADOR

Coloca el círculo -
de 5 cms a 10 cms.-
del foco y el de 10
cms a 20 del foco.

VERBALIZACIONES
SUJETO

"Pues que según el ta
maño, la sombra será
más grande o más chi-
ca".

Sí.

"Ya ves, el de 10 --
cms. da una sombra -
más grande que el de
5".

"Bueno, porque uno -
está más lejos de la
pared que otro".

"Entre más lo acerco
a la pared, más chi-
ca se hace la sombra"

ACCIONES
SUJETO

Toma el círculo de
5 cms. de diámetro
y proyecta su som-
bra; toma el de 10,
lo coloca en el mis-
mo lugar que el de
5 y la sombra es -
más grande.

Experimenta tomando
el círculo de 5 cms.
acercándolo y aleján-
dolo varias veces --
del foco, pero cen--
trando su atención -
en la sombra.

VERBALIZACIONES
EXPERIMENTADOR.

ACCIONES
EXPERIMENTADOR

VERBALIZACIONES
SUJETO

ACCIONES
SUJETO,

¿De qué depende el tamaño de la sombra, pues?

Quiero que veas lo que voy a hacer,-- pongo el círculo de 5 cms. de diámetro a 10 cms. del foco, el de 10 a 20 y el de 20 a 40, y me dan sombras iguales; ¿dónde debería poner el de 30 cms. para que me siga dando la misma sombra?

¿Por qué?

A ver, prueba.

"De la distancia del círculo a la pared... y de lo grande que esté"

Coloca el círculo de 5 cms. a 10 cms del foco, el de 10 a 20 y el de 20 a 40 cms.

Analiza las distancias de los círculos al foco, así como los respectivos tamaños de cada foco.

Duda.

Yo creo que a 50 cms. del foco.

Porque al de 20 que aumentó en 10 cms. de tamaño, (a 30), le aumentaste 20 cms. de distancia.

Coloca el círculo de 30 cms de diámetro a 50 cms. del foco y la sombra es mayor que la producida por los círculos restantes.

VERBALIZACIONES
EXPERIMENTADOR.

ACCIONES
EXPERIMENTADOR

VERBALIZACIONES
SUJETO

ACCIONES
SUJETO

¿Por qué?

Vamos a ver:

Si coloco este círculo de 30 cms. a 45 cms. de foco. -
¿Dónde debo poner el de 10 cms., para que de la misma sombra?

¿Por qué?

¿Quieres probar?

¡No, no va aquí!

Aquí va.

Parece que la distancia tiene que ser el doble del tamaño. -
¿Verdad?

A ver... el de 30 a 45, entonces el de 10 a... 25.

"Porque le quitaste 20 cms. al círculo, y eso debes quitarle a la distancia para que la sombra sea igual".

Corrige y llevando el círculo de 30 a 60 cms. de distancia del foco, su sombra se iguala con la de los demás.

Coloca el de 30 cms. a 45 cms. del foco - y el de 10 cms. a 25 cms. del foco, la sombra del de 30 es mayor, por lo que acerca el de 10 cms. a 15 cms. del foco -

VERBALIZACIONES
EXPERIMENTADOR.

ACCIONES
EXPERIMENTADOR

VERBALIZACIONES
SUJETO

ACCIONES
SUJETO

¿Qué pasó?

¿Por qué?

Da por terminada la
Tarea.

"No sé, no sale como
había pensado".

"Quien sabe, depende
de los círculos esco
gidos".

hasta que las som-
bras son de tamaño
semejante.

Un poco fastidiada.

C A P I T U L O I I I .

INVESTIGACIONES RELATIVAS A OPERACIONES FORMALES.

El trabajo experimental realizado y publicado en México sobre operaciones formales es prácticamente nulo. Sin embargo, es dable suponer que los niveles operatorios de los adolescentes mexicanos no difieren sustancialmente de los que han sido detectados en otros países latinoamericanos con condiciones similares a las nuestras.

En Venezuela, una investigación señala que un porcentaje elevado (70 a 80%) de estudiantes de ciencias, no se encuentran en posesión de esquemas operatorio formales, o presentan sólo algunos de éstos (Crismolo, Danoso y cols.S/F).

Una investigación realizada en Costa Rica en 1979, indica que la mayor parte de una muestra de estudiantes de 12 y 13 años de edad, de diferentes estratos socioeconómicos, no manejan aún los esquemas propios del pensamiento operatorio formal, mientras que los resultados encontrados en Ginebra, París, Canadá y Estados Unidos, demuestran que adolescentes de 12 o 13 años presentan ya, parcial o totalmente, operaciones formales (C.de Fonseca, De Hernández, Ingianna, y de Thomas, 1980).

Por otra parte, en Oklahoma, Estados Unidos, Lawsen (1973) encontró que un 64% de estudiantes universitarios de Biología, un 92% de química y prácticamente un 100% de estudiantes de física, de varias universidades, presentaron al menos un nivel operatorio formal incipiente; otra investigación refiere un rendimiento considerablemente superior en tareas operatorio formales para los adolescentes norteamericanos, comparados con sus homólogos chinos. (Douglas y Wang, 1977).

Las investigaciones realizadas a la fecha tienden a subrayar una superioridad operatorio formal por parte de los adolescentes y adultos de los países industrializados, sobre los de países subdesarrollados. Esta desventaja puede ser --- atribuida a la consabida diferencia cultural y educativa entre ambos tipos de países, y contribuye indudablemente a ahondar más aún la desigualdad en sus niveles de desarrollo socio económico.

Por otra parte, varios estudios han mostrado la influencia del entrenamiento o de un adecuado programa educativo sobre el desarrollo operatorio formal:

Kuhn y Angelev (1976) encontraron que, confrontando a estudiantes de 4° y 5° grado de nivel medio, con problemas cuya solución requería el uso de operaciones formales, estos estudiantes incrementaban, en un plazo variable de 3 a 6 meses, su rendimiento operatorio en forma significativamente mayor que un grupo equivalente que no se sometía al entrenamiento. En una investigación semejante, Bartlett (1973) reporta un incremento de un 25% a un 52% de estudiantes que presentaron - operaciones formales, tras haberles sometido a un entrenamiento en el desarrollo de habilidades de razonamiento. De hecho, la influencia de la educación en el desarrollo de las opera--ciones formales de los educandos, especialmente en los países desarrollados, es notable.

En una investigación realizada en Estados Unidos, se demostró la influencia del grado escolar, con independencia - de la edad, sobre el proceso de constitución de las operaciones formales en adolescentes que cursaban el ciclo escolar medio. Los estudiantes de grados más avanzados manifestaron un dominio operatorio formal más acabado que los estudiantes de grados menos avanzados (Martorano, 1973). Asimismo, Demetriov y Efklides (1979), investigadores griegos, reportan en su país, diferencias significativas importantes en el funcionamiento - operatorio formal, entre los estudiantes con menor educación y

los estudiantes con mayor educación, siendo estos últimos los de superior rendimiento.

Un estudio realizado en Puerto Rico y Estados Unidos, evidenció la superioridad operatoria formal de una muestra de adolescentes con educación, sobre una muestra de adolescentes que no habían sido expuestos, en forma continua, a la influencia educativa; esta misma investigación encontró diferencias drásticas entre los sujetos de 2 culturas diferentes, en su rendimiento operatorio, siendo superiores los individuos pertenecientes a la cultura del país económicamente -- más avanzado. (Wozny, 1973).

Puede suponerse, pues, que la educación formal o informal, así como la influencia cultural y el medio idiosin--crático del individuo, juegan un papel determinante en su desarrollo intelectual, considerado éste como un desarrollo operatorio.

Existen otros factores que pueden ser de relevante ingerencia en la evolución operatoria formal del individuo: -- White y Fernstenberg (1978) han demostrado la importante in--fluencia del tipo de especialización profesional de un sujeto, sobre su capacidad operatoria formal, resultando superiores -- en este sentido los profesionistas ligados con actividades -- científicas, a los relacionados con labores técnicas, adminis--trativas y sociales.

Wecks (1973) encontró, en una muestra de estudian--tes de nivel escolar medio, el máximo desarrollo operatorio -- formal en los estudiantes de sexo masculino, de mayor grado -- escolar, nivel socioeconómico medio alto y de mejores califi--caciones.

Las diferencias operatorio formales en adolescentes

de distinto sexo, han sido establecidas en una variedad de investigaciones, (entre otras: Brzybill, 1973; con sujetos escolarizados de 9, 11, 13 y 15 años de edad, Peskin, en 1980, trabajando en Sudáfrica con adolescentes de ambos sexos; Douglas y Wong, 1977, con adolescentes chinos), y los resultados refieren mejores ejecuciones operatorio formales por parte de los hombres, que por parte de las mujeres adolescentes.

Por otra parte, varios estudios han mostrado que la edad es un factor determinante del grado de competencia operatoria formal alcanzada por el individuo, aunque todo hace suponer que, más que la edad misma, son las experiencias que el paso de los años conlleva, las que determinan un avance operatorio formal. (Por ejemplo, Martorano, en 1977, estudiando sujetos de 12 a 15 años; Douglas y Wong, en 1977 también, con adolescentes chinos de diferentes edades).

Por último, es importante considerar en este apartado, algunas investigaciones que han sido realizadas con la intención de precisar la correlación que existe entre las diferentes tareas operatorio formales (consistencia interna).

Martorano (1973) ha encontrado una baja correlación general entre las tareas de "correlaciones", "sustancias químicas", "permutaciones", "péndulo", "proyección de sombras", "vasos comunicantes", "prensa hidráulica" y "flexibilidad de las varillas".

Por su parte Lawson, (1977), encontró coeficientes de correlación del .60 al .70 en las tareas de "combinaciones de sustancias químicas", "flexibilidad de varillas" y "balanza".

En rasgos generales, los resultados obtenidos en la investigación de la consistencia interna de las tareas piagetianas para operaciones formales, son aún ambiguos; esta área requiere de un conjunto de investigaciones exhaustivas que de terminen la validez de cada tarea como predictor de ejecución del sujeto en otras tareas.

En síntesis, los resultados de las investigaciones expuestas, muestran la existencia de relación significativa en tre el nivel operatorio formal de un sujeto y su sexo, nivel educativo, cultura, calificaciones en ciencias, edad y grado - de entrenamiento especializado a que ha sido sometido.

Nuestra labor, en buena parte, fue entonces determi nar si se encontraban resultados semejantes para las varia--- bles seleccionadas, en una población mexicana.

C A P I T U L O I V .

M E T O D O

I) P R O B L E M A S.

- 1) ¿Cuáles son los niveles operatorio formales de la mayoría - de los estudiantes del nivel escolar medio en México?
- 2) ¿Cuáles son las variables vinculadas con las operaciones -- formales?
- 3) ¿Favorece el sistema escolar medio mexicano, el desarrollo de operaciones formales?
- 4) ¿Cuál es la correlación existente entre los diversos esque- mas operatorio formales?

II) O B J E T I V O S*

En la población de la que fué extraída la muestra;

1) Determinar los niveles de ejecución en los esquemas "lógica combinatoria", "razonamiento de proporciones", "disociación de factores" y "eliminación de contradicciones".

2) Determinar si existe asociación -y de ser así, en que grado- entre las variables no operatorias y las variables operatorias enlistadas a continuación: (ver nota).

Variables no operatorias	a) sexo
	b) edad
	c) grado escolar
	d) promedio de calificaciones en ciencias
Variables operatorias	e) nivel de ejecución en "lógica combinatoria".
	f) nivel de ejecución en "razonamiento de proporciones".
	g) nivel de ejecución en "disociación de factores".
	h) nivel de ejecución en "eliminación de las contradicciones".

3) Determinar la correlación que exista entre las variables operatorias (correlación entre tareas).

NOTA) Sólo puede señalarse dirección en la asociación, en caso de existir ésta, entre las variables "sexo", "edad" y "promedio de calificaciones en ciencias" y las variables operatorias. "sexo" y "edad" determinan variables operatorias, y éstas a su vez, pueden determinar el "promedio de calificaciones en ciencias".

* En caso de lograrse estos objetivos, se contribuirá sólo parcialmente a la solución de los problemas planteados en la sección precedente (I), por ser aquellos de carácter más general.

III) M E T O D O

III.1) ESCENARIO.-- La investigación fue realizada en una escuela secundaria y preparatoria particular, ubicada en la colonia Coyoacán, en la zona sur del Distrito Federal. Esta escuela -- utilizaba una metodología de enseñanza tradicional apegada al programa oficial de la U.N.A.M.

El lugar de aplicación de las pruebas fue un laboratorio rectangular de 10 x 5 x 3 mts. con mesas de trabajo vacías y bancos altos, amplios ventanales, temperatura agradable, aceptable iluminación y adecuado aislamiento del ruido exterior.

III.2) SUJETOS.-- Había un total de 420 alumnos, repartidos --- equitativamente del primer grado de secundaria al tercero de preparatoria, y provenientes en su generalidad de un estrato socioeconómico medio; esta población era mixta, con ligera mayoría masculina. Fueron seleccionados 42 sujetos de la población antedicha, mediante el sistema de "muestreo aleatorio por cuota", es decir, se escogieron al azar 7 alumnos de cada uno de los grados escolares disponibles.

De esta muestra, un 64% fueron hombres y un 36% mujeres. El promedio de edad fue de 15 años y 7 meses, siendo la edad mínima de 12 años y la máxima de 21 años.

III. 3.- V A R I A B L E S.

Las variables medidas fueron las siguientes:

- Variables no operatorias. {
- a) sexo.
 - b) edad.- obtenida por reporte directo del sujeto durante la aplicación de la tarea piagetiana.
 - c) grado escolar.- obtenido directamente de los registros escolares.
 - d) promedio de calificaciones en ciencias.- resultado de la promediación de las calificaciones anuales en ciencias, de cada sujeto, las cuales se obtuvieron de los registros escolares de calificaciones.

Las materias consideradas dentro del rubro de "ciencias" fueron: matemáticas, lógica, física, química, biología, geo-política y sociología.

- Variables operatorias. {
- e) nivel de ejecución en "lógica combinatoria".- resultado obtenido en la tarea piagetiana de "combinaciones de sustancias químicas".
 - f) nivel de ejecución en "razonamiento de proporciones".- Resultado obtenido en la tarea denominada "proyección de sombras".
 - g) nivel de ejecución en "disociación de factores". Resultado obtenido en la tarea llamada "flexibilidad de las varillas"
 - h) nivel de ejecución en "eliminación de las contradicciones". Resultado obtenido en la tarea de "flotación de los cuerpos".

Todas las variables son atributivas y sus valores y nivel de medición son los siguientes:

- Variables no operatorias. {
- a) sexo.- 2 valores (masculino y femenino) -Nivel de medición nominal.
 - b) edad.- 10 valores (12, 13... 21 años) -Nivel de medición de razón-.
 - c) grado escolar.- 6 valores (1ero, 2, 3, 4, 5, 6to. de bachillerato) -nivel de medición de razón-.
 - d) promedio de calificaciones en ciencias.- 10 valores (1, 2, 3, ... 10) -Nivel de medición de razón, ya que se considera que la calificación no expresa el grado de conocimientos de la materia, sino simplemente, el grado de conocimiento, por parte del sujeto, de la información requerida por el examen.
- Variables operatorias. {
- e) Nivel de ejecución en "lógica combinatoria".- 11 valores (IA, IA-IB, IB, IB-IIA, IIA, IIA-IIB, IIB, IIB-IIIA, IIIA, IIIA-IIIB, IIIB, traducidos a una escala también ordinal del 1 al 11, -respectivamente)
 - f) Nivel de ejecución en "razonamiento de proporciones".- Idem (11 valores, nivel de medición ordinal).
 - g) Nivel de ejecución en "disociación de factores". Idem (11 valores, nivel de medición ordinal).
 - h) Nivel de ejecución en "eliminación de las contradicciones".- Idem (11 valores, nivel de medición ordinal).

Por otra parte, las variables extrañas controladas -

fueron de 2 tipos:

1) Las que afectaban los esquemas operatorios estimados por las tareas:

- aplicador (estilo de aplicación)
 - pruebas aplicadas
 - secuencia de pruebas.- asignada aleatoriamente a los sujetos.
- } Mantenidas constantes para todos los sujetos.

2) Las que afectaban el resultado obtenido en la "medición" del nivel de los esquemas operatorios. (no modifican esquemas -- operatorios en sí, sino los resultados que al medir éstos se obtienen, pues afectan las condiciones de medición):

- lugar de aplicación de la prueba
 - iluminación
 - ruido
- } mantenidas constantes para todos los sujetos.

- comunicación de las características de las pruebas del sujeto presentador al futuro presentador.
- } eliminada para todos los sujetos.

- conocimiento previo de algunas respuestas de los problemas -- planteados por las tareas, por haber estudiado, en alguna de las materias, problemas semejantes; esta variable extraña -- fue controlada asegurándose de que los sujetos seleccionados no hubiesen revisado aún en sus clases, temas facilitadores para la resolución de las tareas.

III.4) D I S E Ñ O.- Esta investigación, de acuerdo a la clasificación propuesta por Isaac y Michael (1983), puede ser considerado del tipo "cuasi experimental", ya que si bien no controla directamente las variables independientes estudiadas (por ser éstas de naturaleza atributiva), si controla algunas variantes que pueden ser relevantes (variables extrañas 1), aunque no sea intención del presente trabajo esclarecer sus efectos. Hay varias razones que hicieron necesaria la utilización de este diseño de investigación:

- a) Las variables de interés eran todas consideradas atributivas, por lo que un diseño de carácter experimental era inaplicable.
- b) Se pretendía reducir al mínimo la varianza que es generada por variables extrañas (ubicuas en este tipo de medición), por lo que se incorporó un mecanismo de control de dichas variables.
- c) En algunos casos, se perseguía no sólo establecer una correlación entre variables (como lo haría un diseño correlacional), sino también precisar la dirección funcional de dicha relación.

En la tabla de la página siguiente (tabla 2), se aprecia en forma global, la disposición de las condiciones -básicamente control de variables extrañas- para la aplicación de las tareas operatorias.

TABLA 2. ASIGNACION DE SUJETOS A CONDICIONES
PARA EL CONTROL DE VARIABLES EXTRAÑAS.

GPO.	n	S E C U E N C I A							LUGAR EN LA LISTA							H O R A R I O*							APLICADOR	PRUEBAS APLICADAS	ILUMINACION	LUGAR	RUIDO	CONOCIMIENTO PREVIO				
		1	3	11	15	26	28	42	8	12	10	8	8	12	10	8	10	10	12	8	12	12						8	12	10	8	10
1ero	7	dacb	dbca	cabd	dcba	dacb	cbad	acdb	1	3	11	15	26	28	42	8	12	10	8	8	12	10	CONSTANTE	CONSTANTE	CONSTANTE	CONSTANTE	ELIMINADO	ELIMINADO	NULO			
2do.	7	adcb	cadb	dcab	boda	abcd	boda	cabd	10	14	21	22	31	41	33	8	10	10	12	8	12	12	CONSTANTE	CONSTANTE	CONSTANTE	CONSTANTE	ELIMINADO	ELIMINADO	NULO			
3ero	7	bcad	adbc	adbc	bcad	cdba	bdac	acdb	4	8	17	19	23	25	29	10	8	12	8	10	12	10	CONSTANTE	CONSTANTE	CONSTANTE	CONSTANTE	ELIMINADO	ELIMINADO	NULO			
4to.	7	bdac	bdca	cbda	acbd	badc	adcb	cdba	6	12	13	20	32	35	40	12	12	8	10	12	10	8	CONSTANTE	CONSTANTE	CONSTANTE	CONSTANTE	ELIMINADO	ELIMINADO	NULO			
5to.	7	abcd	badc	dbac	bcad	bdca	cadb	dcba	7	9	27	30	36	37	38	12	12	8	12	8	10	10	CONSTANTE	CONSTANTE	CONSTANTE	CONSTANTE	ELIMINADO	ELIMINADO	NULO			
6to.	7	dbac	cdab	dabc	dacb	cbda	dbca	dcab	2	5	16	18	24	34	39	10	8	10	12	8	10	8	CONSTANTE	CONSTANTE	CONSTANTE	CONSTANTE	ELIMINADO	ELIMINADO	NULO			

42

N O M E N C L A T U R A .

- a) Sustancias químicas.
- b) Flotación de cuerpos.
- c) Flexibilidad de varillas.
- d) Proyección de sombras.

* Hora de inicio de la aplicación de las tareas. (A.M.)

III.5) P R O C E D I M I E N T O.- Se aplicaron 4 pruebas o tareas operatorio formales a cada uno de los 42 sujetos, las mismas para todos.

Las tareas fueron las siguientes:

- a) "Combinaciones de sustancias químicas" (lógica combinatoria)
- b) "Proyección de sombras" (razonamiento de proporciones)
- c) "Flexibilidad de las varillas" (disociación de los factores)
- d) "Flotación de los cuerpos" (eliminación de las contradicciones)

La presentación de las 4 pruebas llevó 2 horas en promedio para cada sujeto, el proceso de aplicación duró 3 semanas en total y se verificó en las instalaciones del propio colegio.

Las pruebas se aplicaron manteniendo constantes para todos los sujetos, el estilo de aplicación (el aplicador fue el mismo en todos los casos), y las pruebas aplicadas. Asimismo, las condiciones de dicho lugar (v.gr: la iluminación) se mantuvieron constantes a lo largo de la aplicación.

Se asignaron al azar a cada alumno, el lugar que ocuparía en la lista de 42 sujetos, el horario en el que se le aplicarían las pruebas, así como el orden en que estas le serían presentadas.*

Se intentó reducir al mínimo la comunicación de las características de las pruebas de los alumnos que las presentaban a los que estaban por presentarlas; para esto fueron utilizados dos medios:

* Consultar la tabla alusiva al control de variables en el apartado III:4.- DISEÑO. - tabla 2 -.

III.6 MATERIALES (INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS)

- VER CAPITULO II: "Descripción de las tareas operatorias".

- a) el alumno se enteraba de que presentaría las pruebas, momentos antes de que éstas le fueran aplicadas.
- b) se le solicitaba a cada alumno que presentaba las pruebas, -- que no comunicara su experiencia a sus compañeros.

Por otra parte, se verificó que los alumnos no hubiesen recibido recientemente conocimientos teóricos previos (de física y/o matemáticas) que aumentaran su rendimiento en las tareas: para tal efecto, se consultaron los problemas anuales de las materias correspondientes.

CAPITULO V.

RESULTADOS

En reiteradas ocasiones, Piaget ha manifestado su repudio al uso de medidas estadísticas de dispersión o tendencia central, o de métodos estadísticos inferenciales, tales como las pruebas de significancia o las medidas de correlación: "En un principio, el objeto de estos estudios no era establecer una escala de desarrollo y obtener determinaciones precisas de la relación entre la 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 clínico, 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 respecto de 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 "(Tanner e Inhelder, 1956, pág. 89).

No obstante la reticencia de la escuela ginebrina hacia el uso de las técnicas estadísticas tradicionales, -- una gran cantidad de seguidores de la teoría piagetiana las han incorporado a sus análisis de datos, (John Renner, Robert Karplus, Robert S. Hardy, etc.), quizás, fundamentalmente, porque persiguen propósitos diferentes a los que Piaget albergaba: entre otros, el ánimo de una mayor confiabilidad -- metodológica en el análisis e interpretación de los datos, una mayor tendencia hacia la explicación en detrimento de -- la descripción, un intento sistemático por unificar la significación de las "calificaciones" o interpretaciones de -- tal modo que al hacerse equivalentes o comparables puedan -- procesarse estadísticamente en forma más refinada, ' la in--

tención de obtener información sumamente reveladora (y por sí misma significativa), sobre características generales de los grupos de puntajes (tendencia central, dispersión), o de las relaciones entre grupos de puntajes (pruebas de significancia, correlaciones, etc.)

Se considera que la conjunción de ambas aproximaciones -la de Piaget que describe los datos "internamente", en forma específica, para cada sujeto, y la de algunos de sus seguidores que describen los datos globalmente, en forma general- puede proporcionarnos una visión completa de los resultados obtenidos; se ha optado, pues, por esta estrategia.

Los resultados obtenidos han sido divididos en 4 secciones:

- 1) Descripción de la muestra.
- 2) Relaciones entre variables no operatorias y variables operatorias.
- 3) Relaciones entre variables operatorias (consistencia entre pruebas).
- 4) Relaciones entre variables no operatorias.

En cada una de las 2 primeras secciones se encontrará, en 1er. término, un cuadro de concentración de resultados, en el que se presenta un análisis global de los mismos, y en 2do. término, un conjunto de gráficas que describen pormenorizadamente los resultados correspondientes a la sección.

Para la 3era. y 4ta. sección, los resultados son presentados en una tabla para cada una.

1.- DESCRIPCION DE LA MUESTRA.

La tabla que a continuación se presenta (Tabla 3.) nos muestra el porcentaje de sujetos de cada sexo en la muestra, su promedio de edad y de calificaciones en ciencias, el porcentaje de sujetos de la muestra en cada grado escolar, y las medianas de los rendimientos de la muestra en cada una de las tareas operatorio formales. Cabe destacar aquí el reducido valor de la mediana de rendimiento de la muestra en la tarea de flotación de los cuerpos, la cual presentó dificultad especial en su resolución.

Las medianas obtenidas por la muestra para las restantes 3 tareas operatorias no son halagadoras tampoco, si consideramos que ubican a buena parte de los sujetos muestreados, apenas en un estadio concreto consolidado o inclusive inferior a éste.

(TABLA 3.) CUADRO DE CONCENTRACION DE RESULTADOS DE DESCRIPCION DE LA MUESTRA.

(N = 42)

SEXO	FEM: (36%) (15Ss) MASC: (64%) (27Ss)
EDAD	\bar{x} = 15.9 años
GRADO ESCOLAR	16.6% de sujetos, cada grado.
PROM. CAL. CIENCIAS	\bar{x} = 7.04
RENDIMIENTO SQ.	Md = 8.16
RENDIMIENTO FC.	Md = 6
RENDIMIENTO PS.	Md = 7.72
RENDIMIENTO FV.	Md = 8.4

SIMBOLOGIA:-

\bar{x} = Media o promedio.

Md = mediana.

SQ.- "combinaciones de sustancias químicas"

FC.- "flotación de los cuerpos"

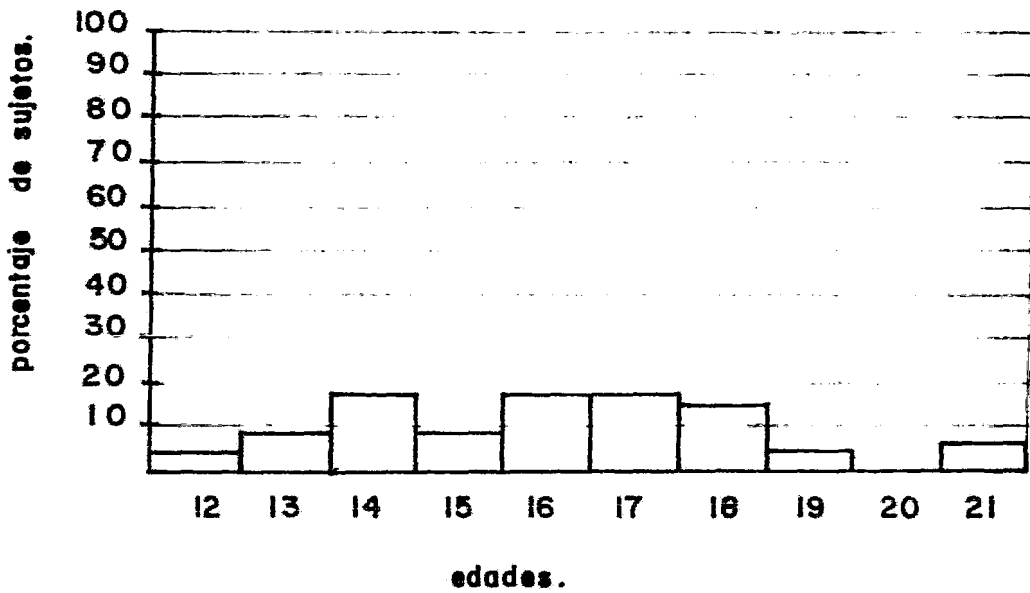
PS.- "proyección de sombras"

FV.- "flexibilidad de varillas"

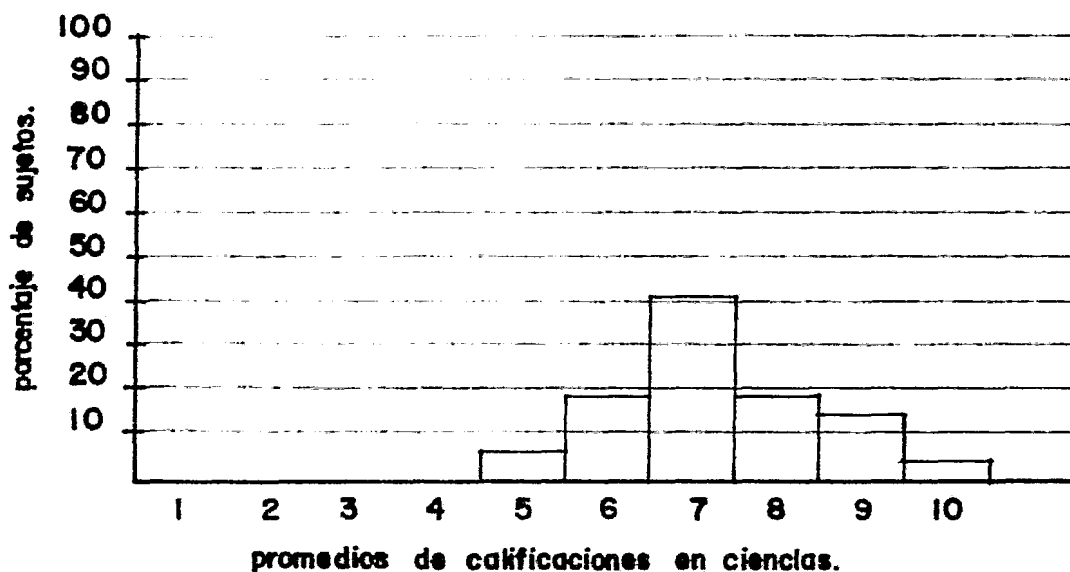
En la siguiente serie de gráficas (de la 1.1 a la 1.6) se exponen los porcentajes de sujetos de la muestra que caen en cada edad, en cada promedio de calificaciones en ciencias y en cada calificación de cada una de las tareas operatorio formales presentadas.

Es importante hacer notar que la mínima calificación promedio en ciencias fue de 5, la máxima de 10 y por lo tanto el rango entre ambas es de 5. Un mayor rango en los valores de esta variable hubiera permitido contrastar grupos mayormente dispares y por tanto, obtener quizás así conclusiones más contundentes sobre la relación del "promedio de calificaciones en ciencias" con las variables operatorias.

Es revelador también el hecho de que la única tarea en la que se obtuvieron puntajes de 3 y 4 (un 30% en total), fue la de flotación de los cuerpos, misma que obtuvo la menor mediana.

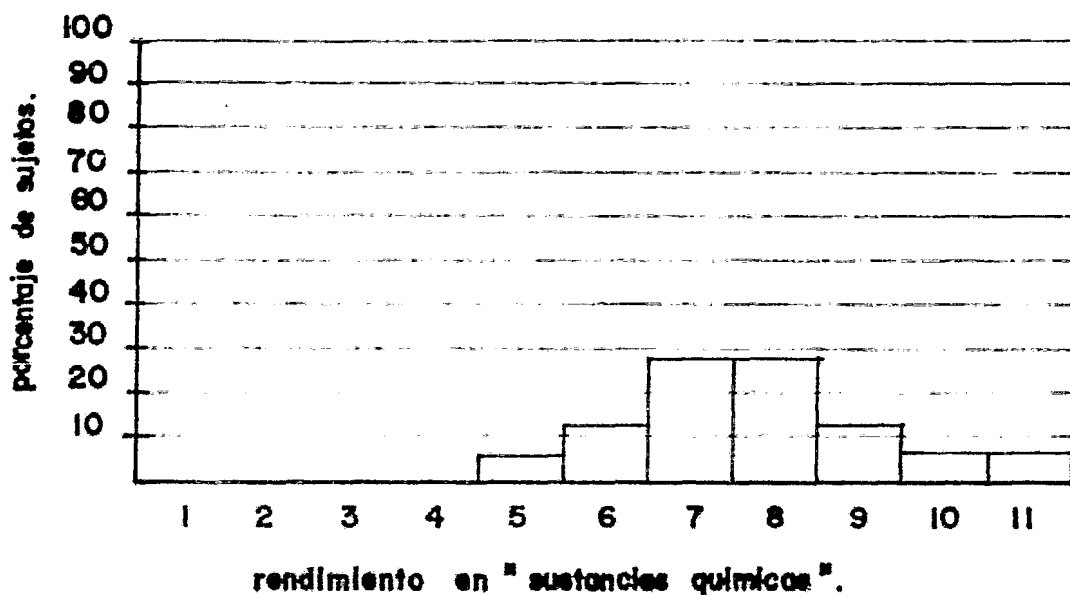


edades.
Gráfica 1.1.
PORCENTAJE DE SUJETOS DE CADA EDAD.



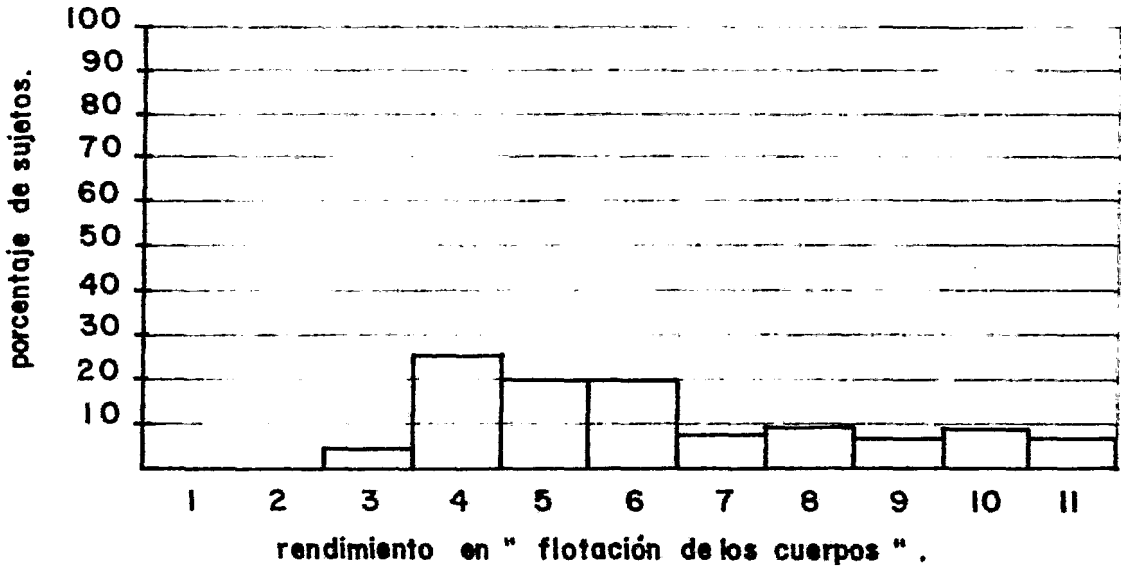
Gráfica 1.2.

PORCENTAJE DE SUJETOS EN CADA PROMEDIO DE CALIFICACIONES EN CIENCIAS.



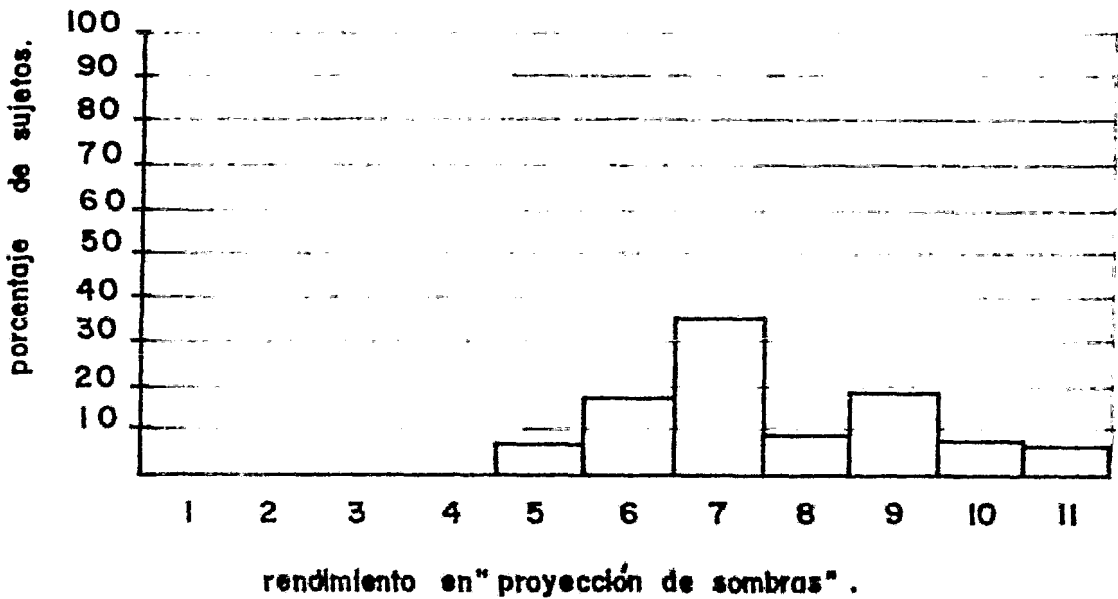
Gráfica 1.3.

PORCENTAJE DE SUJETOS EN CADA CALIFICACION EN " COMBINACIONES DE SUSTANCIAS QUIMICAS ".



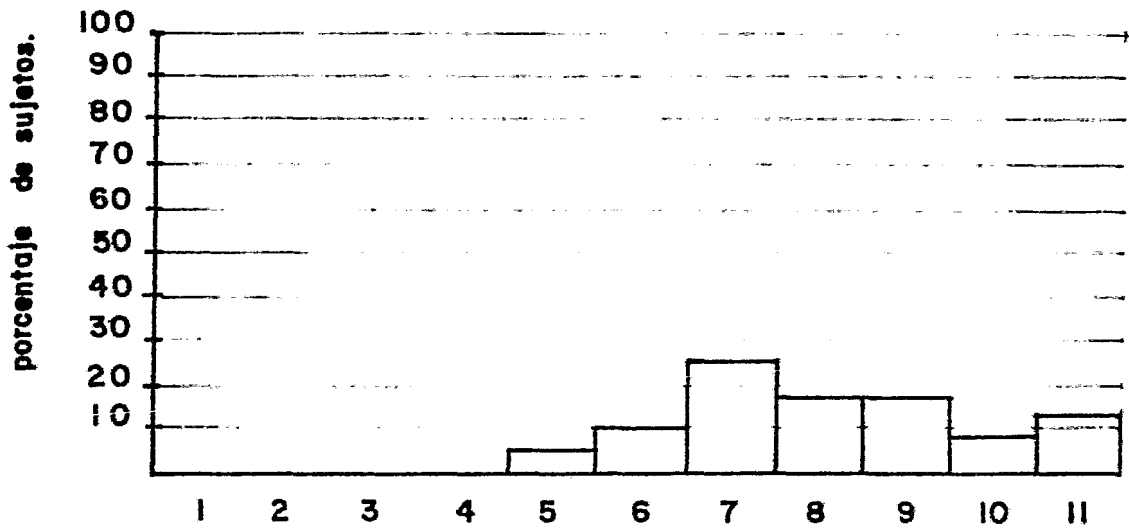
Gráfica 1.4.

PORCENTAJE DE SUJETOS EN CADA CALIFICACION DE " FLOTACION DE LOS CUERPOS " .



Gráfica 1.5.

PORCENTAJE DE SUJETOS EN CADA CALIFICACION DE " PROYECCION DE SOMBRAS " .



rendimiento en "flexibilidad de varillas".

Gráfica 1.6.

**PORCENTAJE DE SUJETOS EN CADA CALIFICACION DE
"FLEXIBILIDAD DE VARILLAS".**

2.- RELACIONES ENTRE VARIABLES NO OPERATORIAS Y VARIABLES
OPERATORIAS.

En la tabla que aparece en la hoja siguiente (Tabla - 4.) se concentran los resultados obtenidos en la aplicación de pruebas estadísticas de correlación y efectos diferenciales, para determinar posibles relaciones existentes entre las variables operatorias y las no operatorias.

De entre este conjunto de datos, se distingue el hecho de que solamente 4 de éstos revelan relaciones significativas entre variables operatorias y variables no operatorias: "Flotación de cuerpos" con edad y grado escolar (con correlaciones de .25 y .37 respectivamente); "Flexibilidad de varillas" - con "promedio de calificaciones en otras ciencias" (con correlación de .26) y "sustancias químicas" con "grado escolar" (.30 - de correlación).

El resto de correlaciones son tan bajas que mueven a pensar en la casi neutralidad de las interacciones entre las variables: que el sexo no determine diferencias operatorias (si es que realmente esto puede deducirse) podría ser considerado - buen signo, pero el hecho de que la edad, grado escolar y promedios de calificaciones en ciencias (ésta con sus 2 vertientes) se muestren tan levemente asociadas con las ejecuciones operatorias, constituye un resultado desalentador.

(TABLA 4.)

CUADRO DE CONCENTRACION DE RESULTADOS DE RELACIONES ENTRE LAS VARIABLES SEXO, EDAD, GRADO ESCOLAR Y PROMEDIO DE CALIFICACIONES EN CIENCIAS, Y LAS VARIABLES RENDIMIENTOS EN "COMBINACIONES DE SUSTANCIAS QUIMICAS", "FLEXIBILIDAD DE VARILLAS", "PROYECCION DE SOMBRAS" Y "FLOTACION DE LOS CUERPOS".

		SUST. QUIM.	FLOT. CUERPOS	PROYECC. SOMBRAS	FLEX. VARILLAS				
SEXO	Masc.	Md = 8.2	NO	Md = 6.1	NO	Md = 8.2	NO	Md = 8.6	NO
	Fem.	Md = 8.2		Md = 5.5		Md = 7.5		Md = 8.3	
EDAD	12, 13, 14, 15, 16 años.	Md = 8.1	rs = .17	Md = 5.8	rs = .25	Md = 7.7	rs = .12	Md = 8.6	rs = .08
	17, 18, 19, 20, 21 años.	Md = 8.2		Md = 6.2		Md = 7.7		Md = 8.3	
GRADO ESCOLAR	1ero., 2do., 3ero.	Md = 7.8	rs = .3	Md = 5.2	rs = .37	Md = 7.6	rs = .22	Md = 8.1	rs = .12
	4to., 5to., 6to.	Md = 8.7		Md = 6.7		Md = 8.1		Md = 8.6	
PROM. CAL. CIENCIAS.	5, 6, 7.	Md = 7.8	rs = .06	Md = 5.8	rs = .07	Md = 7.8	rs = 01	Md = 8.3	rs = .21
	8, 9, 10.	Md = 8.5		Md = 6.1		Md = 7.6		Md = 8.5	
PROM. CAL. MATEMATICAS.		rs = .14		rs = -.01		rs = .17		rs = .07	
PROM. CAL. "OTRAS CIENCIAS.		rs = -.007		rs = .07		rs = -.16		rs = .26	

SIMBOLOGIA.

"Md" = mediana (para cada grupo de la izquierda, en la tarea al margen superior: V. gr: Mediana de mujeres en "flotación de cuerpos" es igual a 5.5).

"NO" = no diferencia significativa al .05 entre los grupos de la izquierda, en sus resultados en la tarea del margen superior. (Hombres y mujeres no difirieron significativamente en su rendimiento en ninguna de las 4 tareas; prueba de la mediana).

"rs" = Correlación de Spearman entre la variable de la izquierda y la tarea correspondiente del margen superior.

El círculo que encierra algunas correlaciones indica que éstas son estadísticamente significativas al .05.

JUSTIFICACION DE LAS PRUEBAS ESTADISTICAS UTILIZADAS.

Se utilizó la prueba de la mediana para comparar las ejecuciones de hombres y mujeres en las tareas operatorio formales, ya que los resultados obtenidos en éstas se situaron en un nivel ordinal de medición. (Ver Levín, 1979, pp. 188). La correlación de Spearman fue elegida para determinar el grado de asociación entre "edad", "grado escolar", "promedio de calificaciones en ciencias", "promedio de calificaciones en matemáticas" y "promedio de calificaciones en otras ciencias", con los resultados obtenidos en las tareas operatorio formales, por idéntica razón: estos datos se encuentran a nivel ordinal, (Ibid, pp. 223). En ambos casos, se cumplen los supuestos mínimos estipulados:

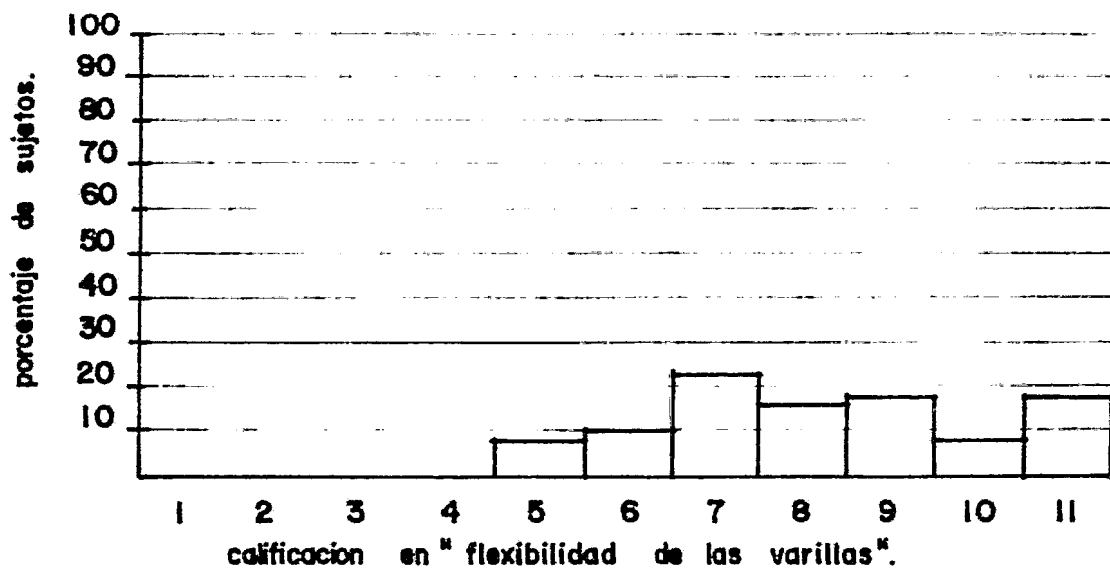
En el caso de la prueba de la mediana, la presencia de medianas independientes, y muestreo aleatorio (Ibid, pp. 188). - En lo que se refiere a la correlación de Spearman, el requisito de muestreo aleatorio es satisfecho también por la presente investigación (Ibid, pp. 223).

GRAFICAS DE RELACION ENTRE VARIABLE "SEXO" Y
"VARIABLES NO OPERATORIAS"

Se presentan a continuación 4 pares de gráficas que ilustran en forma detallada las ejecuciones de cada sexo en cada una de las tareas operatorias (gráfica 2.1 a 2.8).

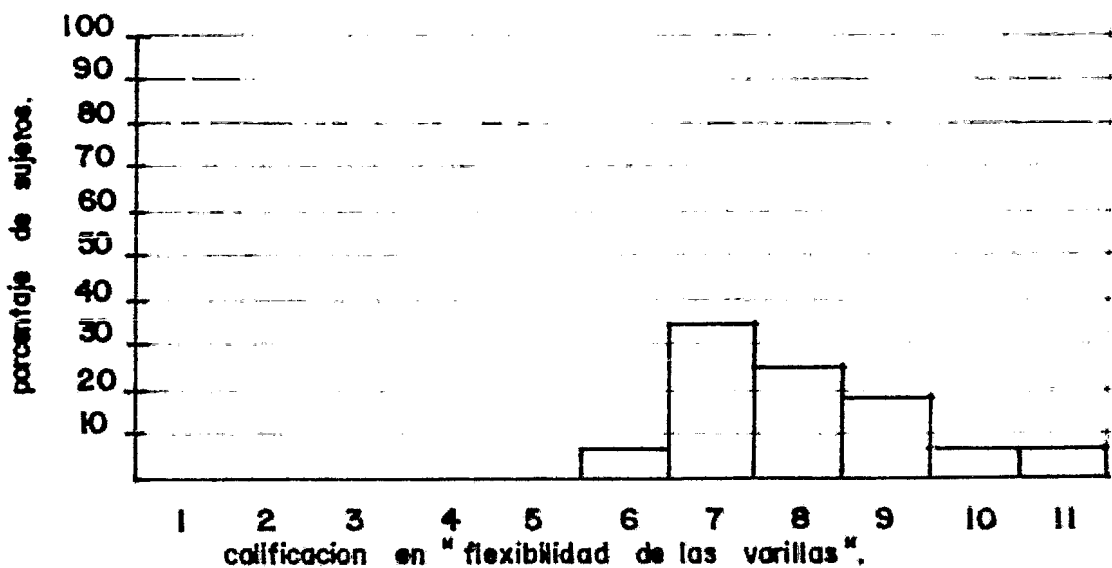
Lo sustancial de los resultados expuestos en esta sección es la mínima diferencia en la distribución de las ejecuciones entre hombres y mujeres, en las tareas aplicadas, -- particularmente en la de sustancias químicas (gráfica 2.7 y 2.8). Este resultado general contradice ostensiblemente los resultados arrojados por investigaciones que compararon ejecuciones de grupos de distinto sexo y se discute más ampliamente en la sección de análisis e interpretación de resultados.

SEXO-FLEXIBILIDAD DE VARILLAS.



Gráfica 2.1.

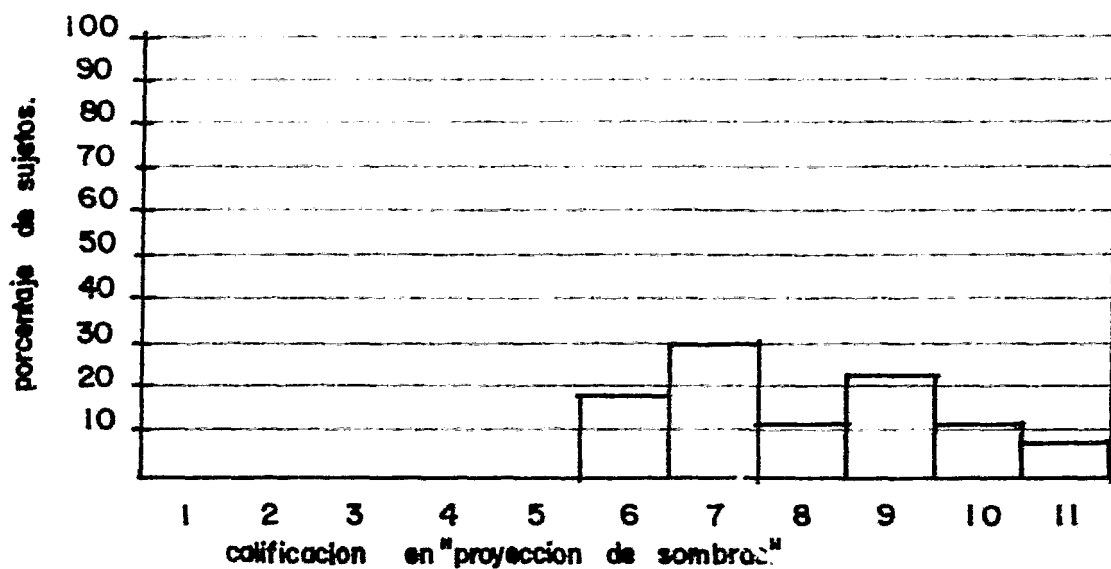
PORCENTAJE DE HOMBRES EN CADA CALIFICACION DE "FLEXIBILIDAD DE LAS VARILLAS".



Gráfica 2.2.

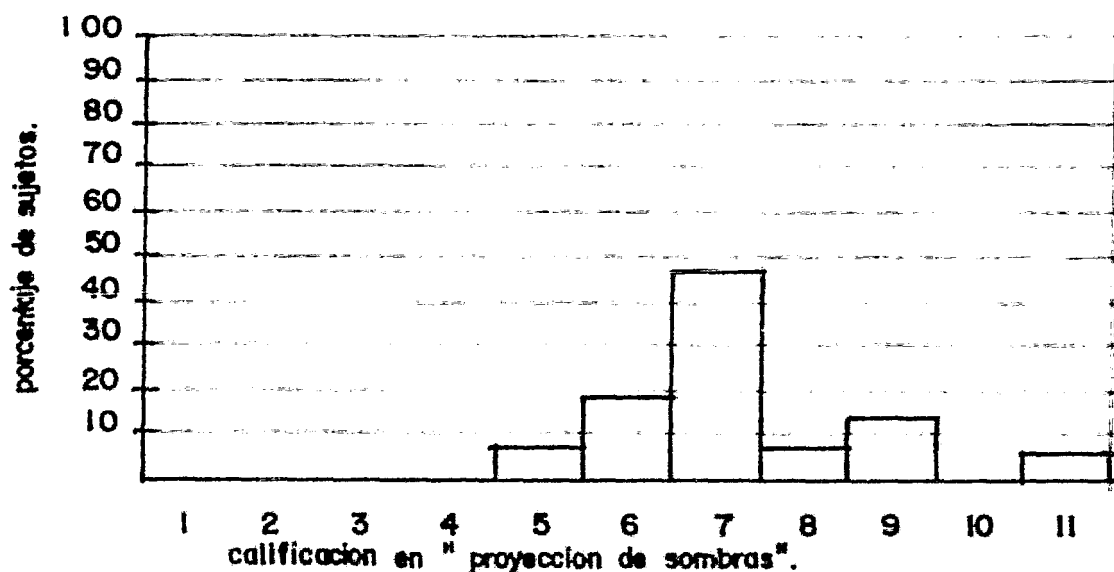
PORCENTAJE DE MUJERES EN CADA CALIFICACION DE "FLEXIBILIDAD DE LAS VARILLAS".

SEXO-PROYECCION SOMBRAS.



Gráfica 2.3.

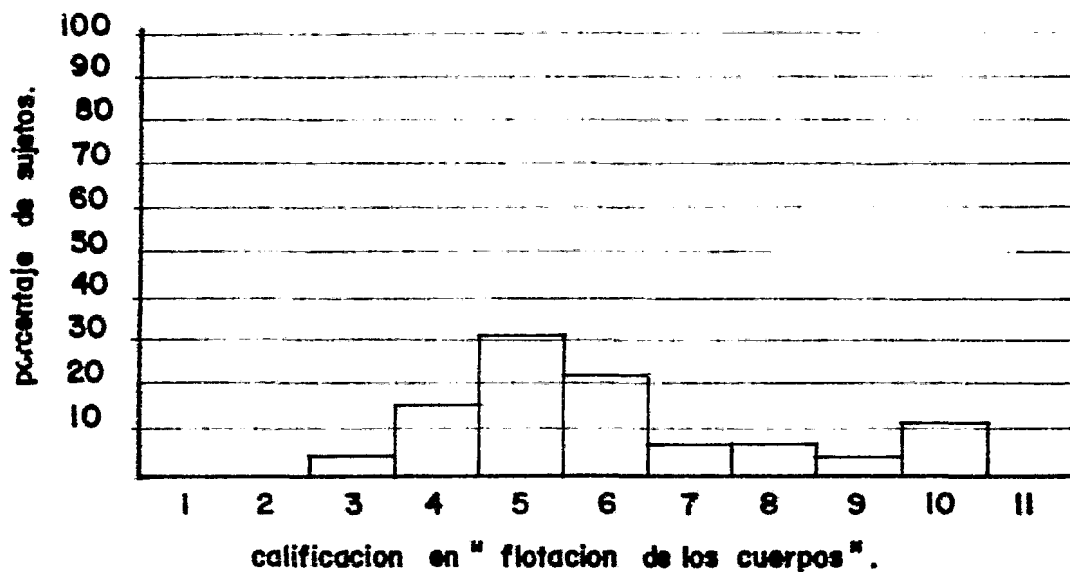
PORCENTAJE DE HOMBRES EN CADA CALIFICACION DE "PROYECCION DE SOMBRAS".



Gráfica 2.4.

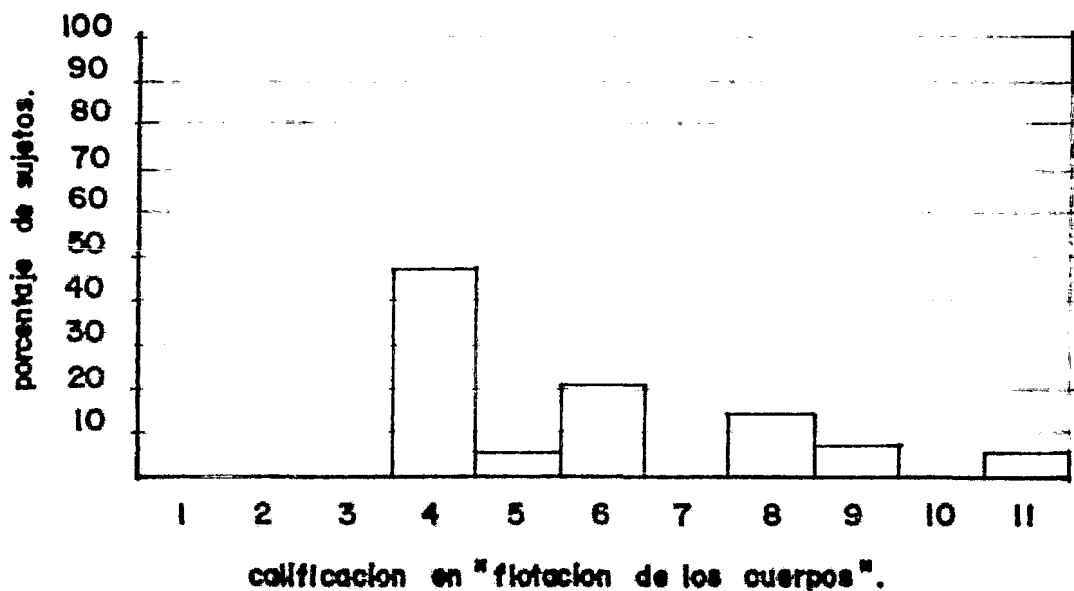
PORCENTAJE DE MUJERES EN CADA CALIFICACION DE "PROYECCION DE SOMBRAS".

SEXO-FLOTACION DE LOS CUERPOS.



Gráfica 2.5.

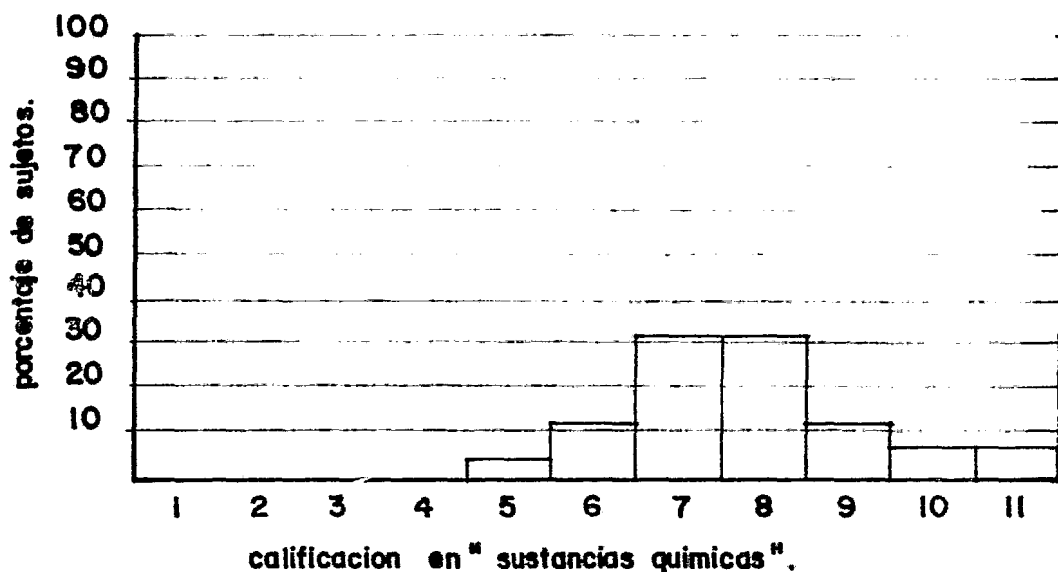
PORCENTAJE DE HOMBRES EN CADA CALIFICACION DE "FLOTACION DE LOS CUERPOS".



Gráfica 2.6.

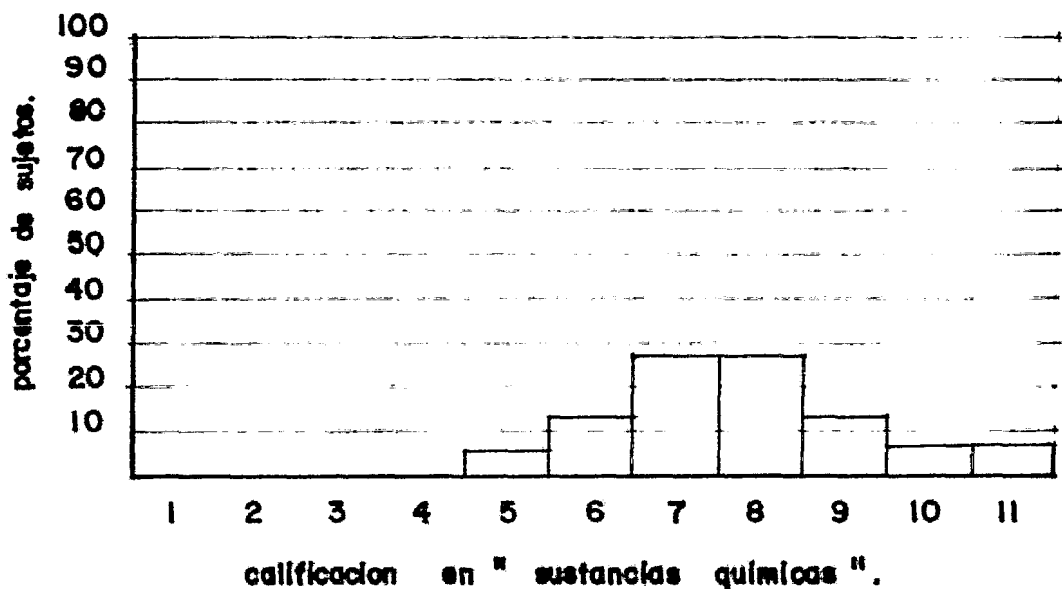
PORCENTAJE DE MUJERES EN CADA CALIFICACION DE "FLOTACION DE LOS CUERPOS".

SEXO-SUSTANCIAS QUIMICAS.



Gráfica 2.7.

PORCENTAJE DE HOMBRES EN CADA CALIFICACION DE "SUSTANCIAS QUIMICAS".



Gráfica 2.8.

PORCENTAJE DE MUJERES EN CADA CALIFICACION DE "SUSTANCIAS QUIMICAS".

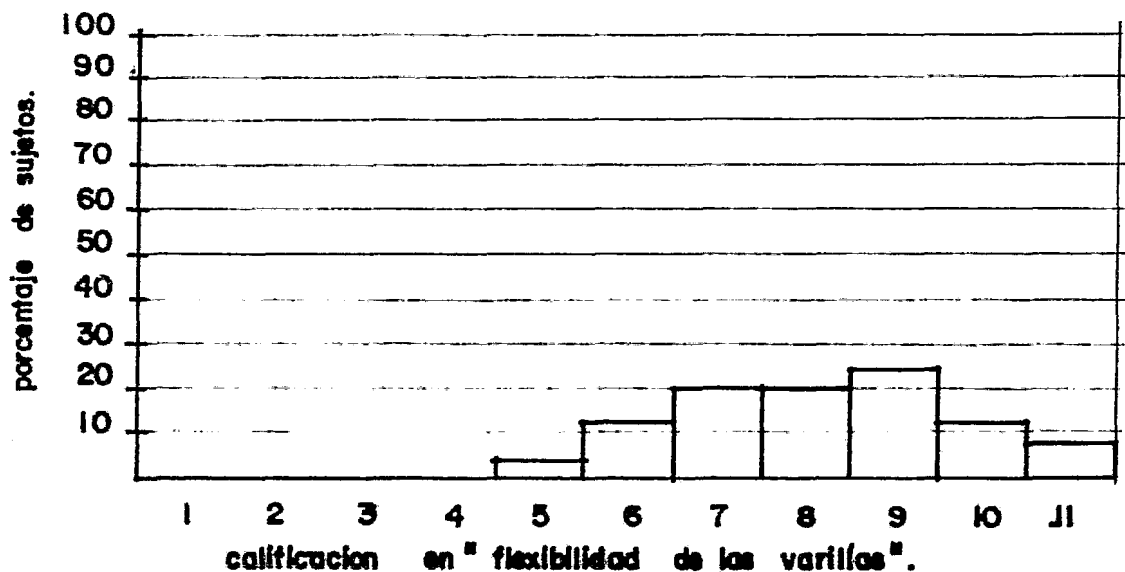
GRAFICAS DE RELACION ENTRE LA VARIABLE "EDAD"
Y LAS "VARIABLES OPERATORIAS"

En la siguiente serie de gráficas (2.9 a 2.16) se muestran pormenorizadamente los resultados obtenidos en cada tarea operatoria, por los grupos de diferente edad promedio.

Puede observarse una ligeramente mayor tendencia al sesgo positivo por parte de los datos del grupo de mayor edad promedio, tendencia que se manifiesta más claramente en las tareas de sustancias químicas y de flotación de los cuerpos; sin embargo, esta diferencia entre grupos de distinta edad promedio, de ninguna manera es lo suficientemente concluyente como para asegurar diferencias reales. En la prueba estadística aplicada a tal efecto (correlación de Spearman), se encontró únicamente correlación significativa -y aún así, baja- entre la edad y los resultados obtenidos en la prueba de "flotación de los cuerpos". (ver tabla 4.)

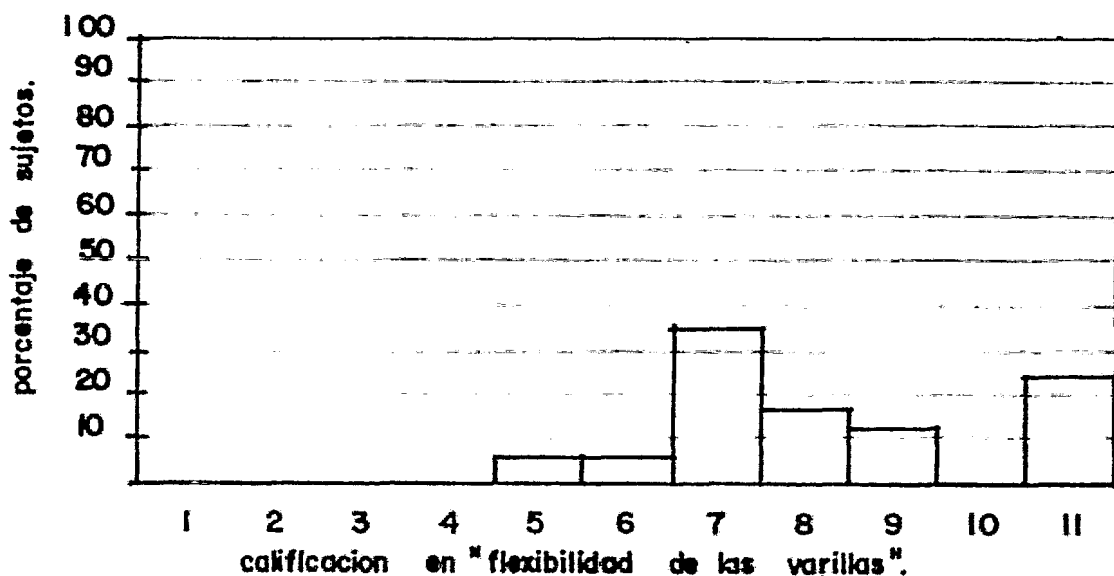
Sin duda alguna, este conjunto de resultados es revelador de lo que pudiéramos hipotetizar como un estancamiento operatorio en la muestra analizada, estancamiento por demás trascendental dado el momento crucial del desarrollo intelectual en que se manifiesta.

EDAD-FLEXIBILIDAD DE VARILLAS.



Gráfica 2.9.

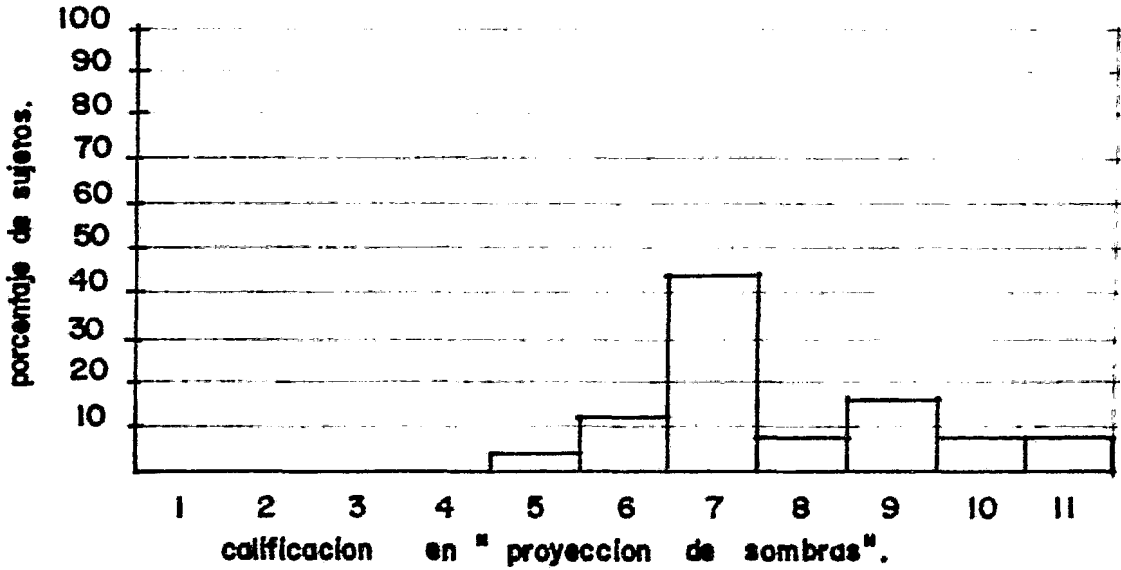
PORCENTAJE DE SUJETOS DE 12,13,14,15 Y 16 AÑOS EN CADA CALIFICACION DE "FLEXIBILIDAD DE LAS VARILLAS".



Gráfica 2.10.

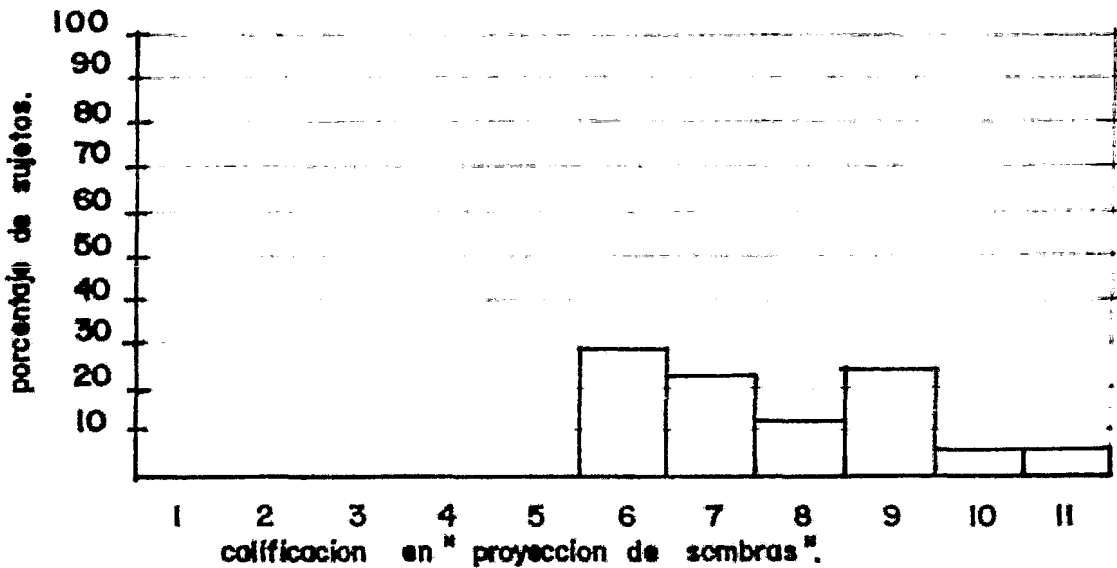
PORCENTAJE DE SUJETOS DE 17,18,19,20 Y 21 AÑOS EN CADA CALIFICACION DE "FLEXIBILIDAD DE LAS VARILLAS".

EDAD-PROYECCION .DE SOMBRAS.



Gráfica 2.11.

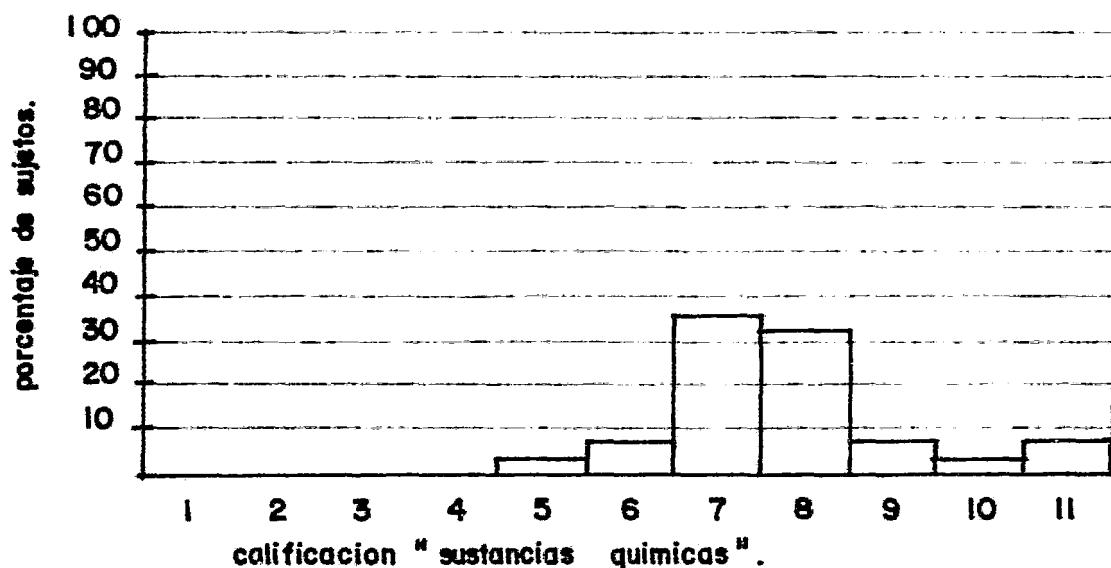
PORCENTAJE DE SUJETOS DE 12,13,14,15 Y 16 AÑOS EN CADA CALIFICACION DE "PROYECCION DE SOMBRAS".



Gráfica 2.12.

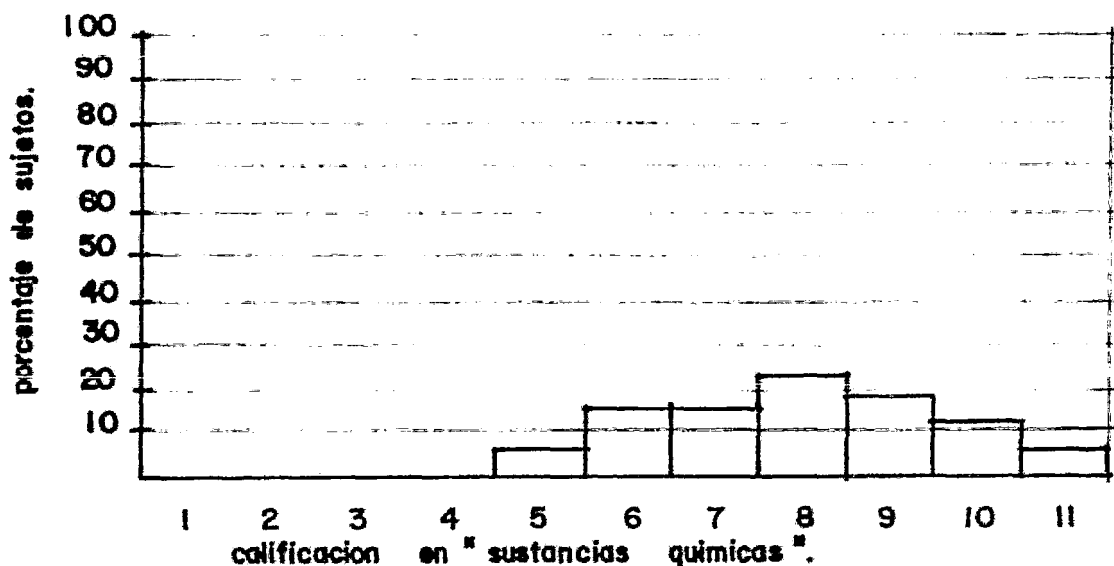
PORCENTAJE DE SUJETOS DE 17,18,19,20 Y 21 AÑOS EN CADA CALIFICACION DE PROYECCION DE SOMBRAS".

EDAD- SUSTANCIAS QUIMICAS.



Gráfica 2.13.

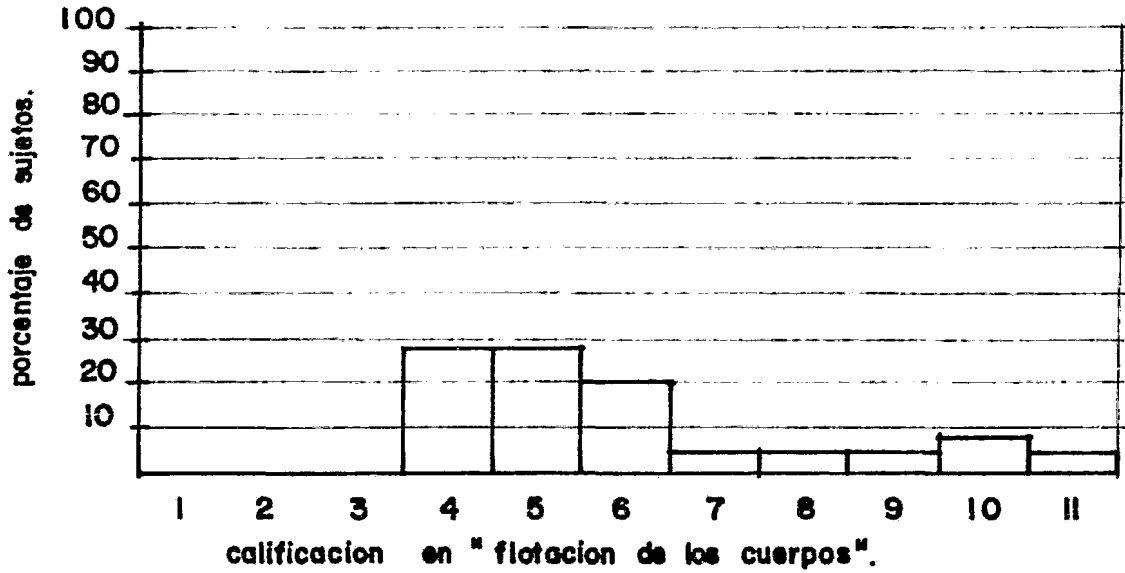
PORCENTAJE DE SUJETOS DE 12,13,14,15, Y 16 AÑOS EN CADA CALIFICACION DE " SUSTANCIAS QUIMICAS ".



Gráfica 2.14.

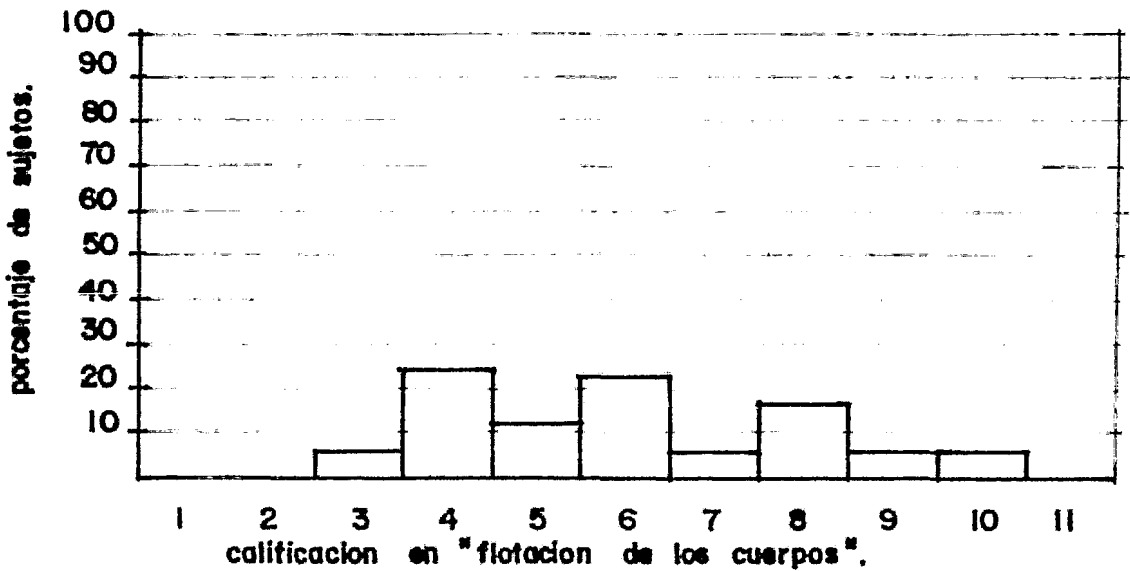
PORCENTAJE DE SUJETOS DE 17,18,19,20 Y 21 AÑOS EN CADA CALIFICACION DE SUSTANCIAS QUIMICAS ".

EDAD-FLOTACION DE LOS CUERPOS.



Gráfica 2.15.

PORCENTAJE DE SUJETOS DE 12,13,14,15 Y 16 AÑOS EN CADA CALIFICACION DE "FLOTACION DE LOS CUERPOS".



Gráfica 2.16.

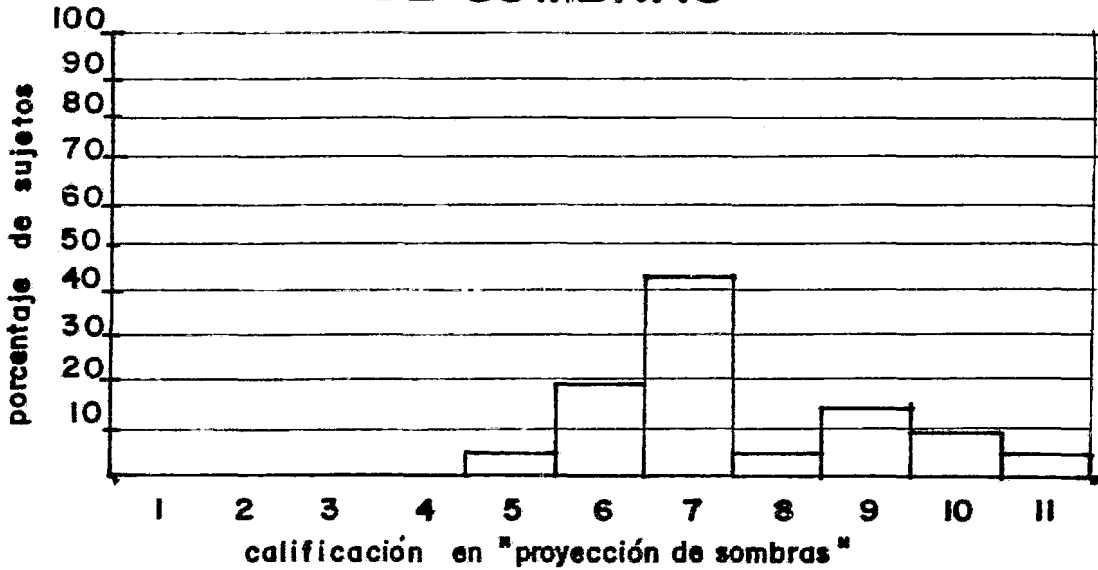
PORCENTAJE DE SUJETOS DE 17,18,19,20 Y 21 AÑOS EN CADA CALIFICACION DE "FLOTACION DE LOS CUERPOS".

GRAFICAS DE RELACION ENTRE LA VARIABLE "GRADO
ESCOLAR" Y LAS "VARIABLES OPERATORIAS"

El conjunto de gráficas que se exhibe a continuación (gráfica 2.17 a gráfica 2.24) muestra las diferencias de ejecución en las tareas operatorio formales, entre los alumnos de secundaria y los de preparatoria.

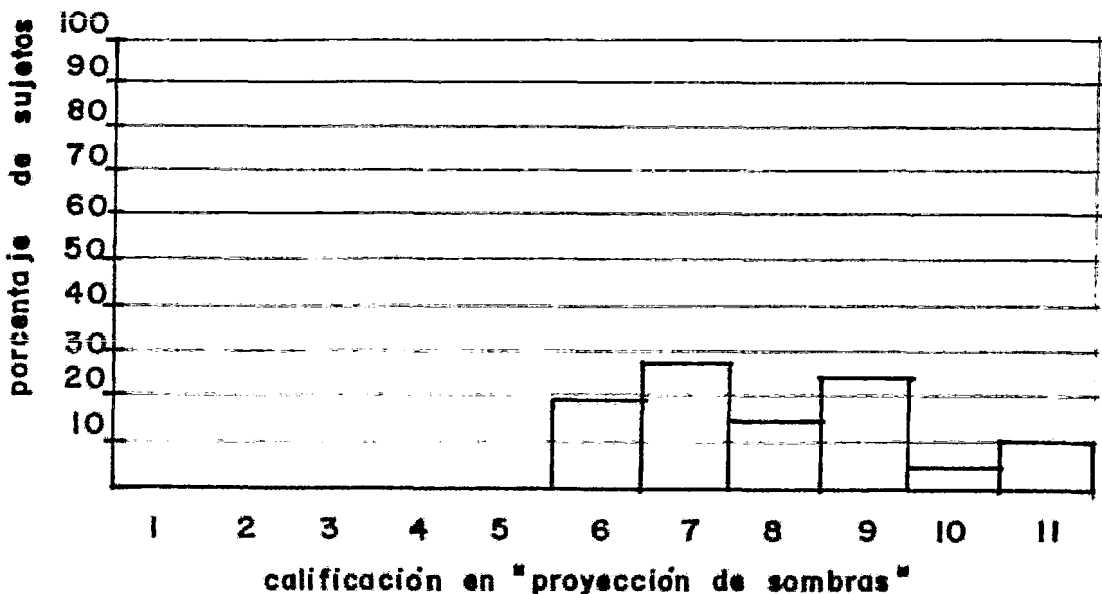
La tendencia general que se aprecia para los resultados de las 4 tareas operatorias, es una ligera superioridad en la ejecución de los alumnos de preparatoria sobre los de secundaria. Cabe preguntarse, empero, si esta diferencia es de la magnitud que esperaríamos como resultado de la influencia escolar, y si acaso, esta diferencia mínima de por sí, pudiera - - atribuirse al efecto de la acción educativa sobre los sujetos muestreados, y no a la influencia de alguna otra variable como la de "edad", íntimamente correlacionada con la variable "grado escolar".

GRADO ESCOLAR- PROYECCION DE SOMBRAS



Gráfica 2.17.

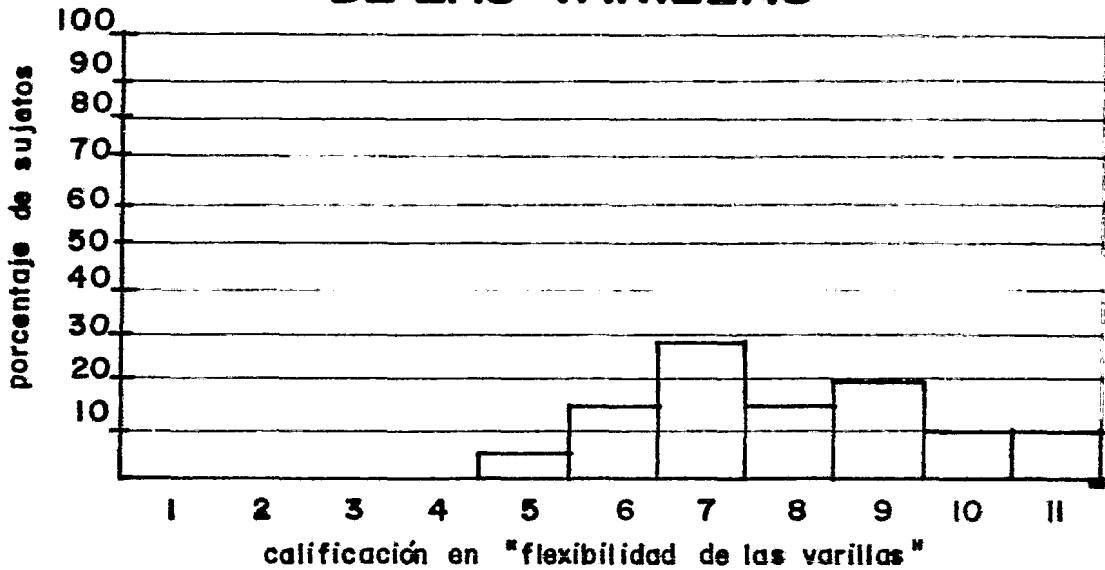
PORCENTAJE DE SUJETOS DE 1ero, 2do y 3er GRADO DE ENSEÑANZA MEDIA EN CADA CALIFICACION DE "PROYECCION DE SOMBRAS"



Gráfica 2.18.

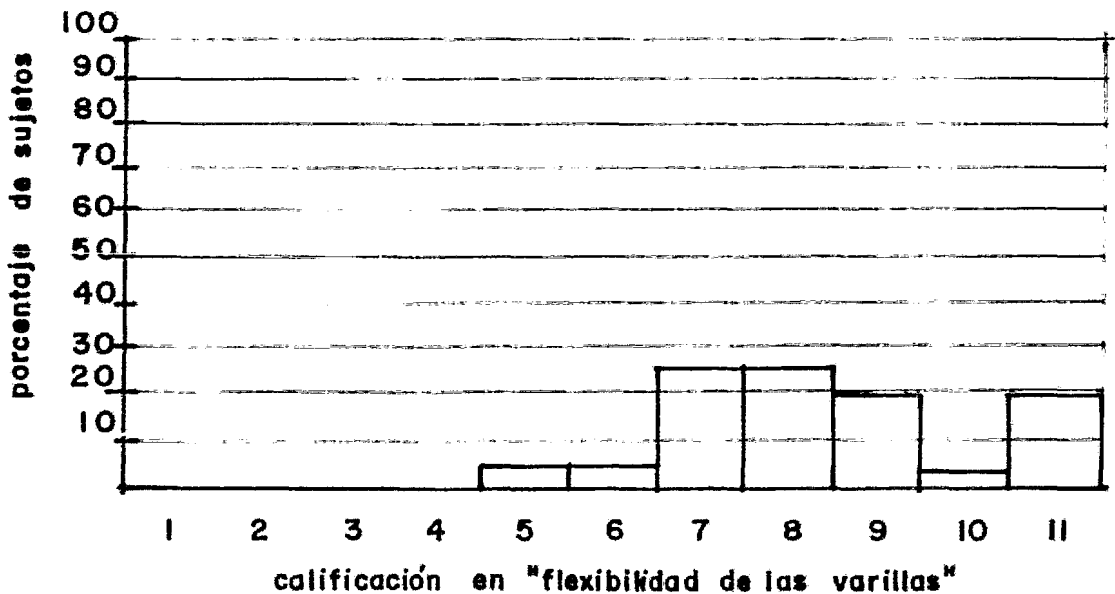
PORCENTAJE DE SUJETOS DE 4to, 5to y 6to GRADO DE ENSEÑANZA MEDIA EN CADA CALIFICACION DE "PROYECCION DE SOMBRAS"

GRADO ESCOLAR - FLEXIBILIDAD DE LAS VARILLAS



Gráfica 2.19.

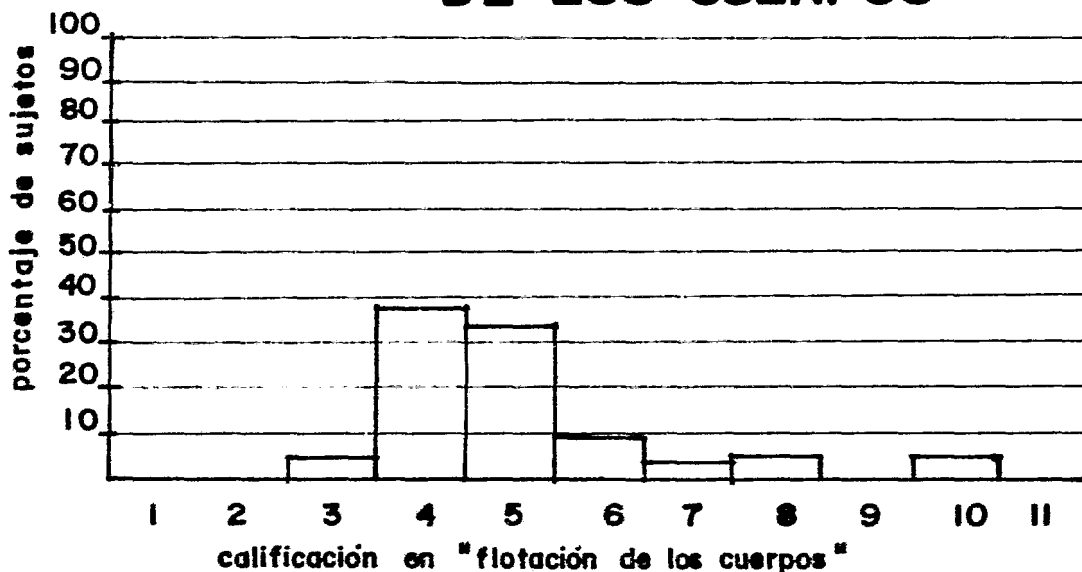
PORCENTAJE DE SUJETOS DE 1ero, 2do y 3er GRADO DE ENSEÑANZA MEDIA EN CADA CALIFICACION DE "FLEXIBILIDAD DE LAS VARILLAS"



Gráfica 2.20.

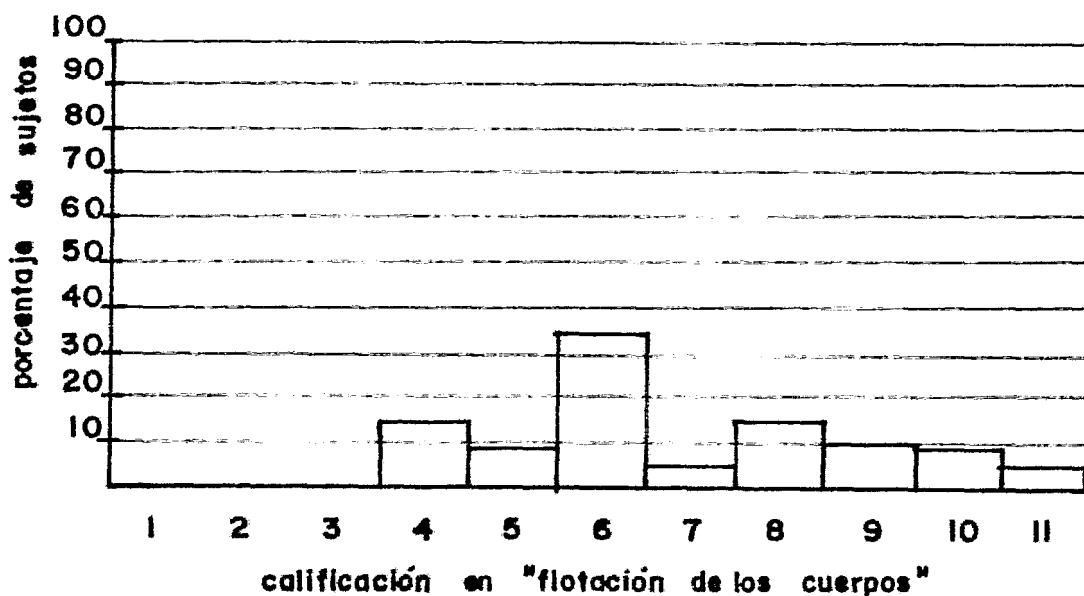
PORCENTAJE DE SUJETOS DE 4to, 5to y 6to GRADO DE ENSEÑANZA MEDIA EN CADA CALIFICACION DE "FLEXIBILIDAD DE LAS VARILLAS"

GRADO ESCOLAR- FLOTACION DE LOS CUERPOS



Gráfica 2.21.

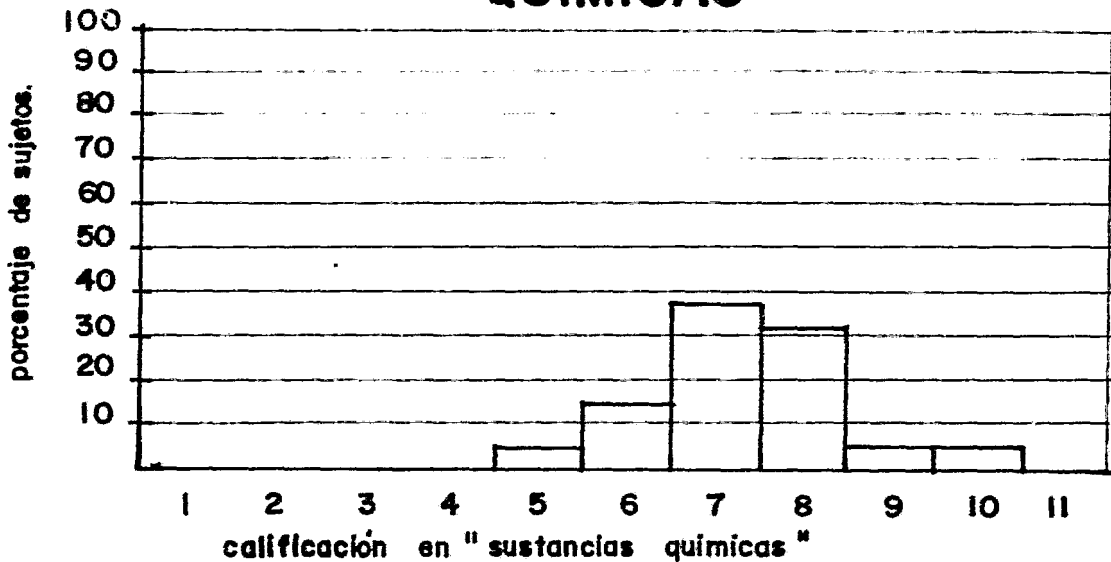
PORCENTAJE DE SUJETOS DE 1ero, 2do y 3er GRADO DE ENSEÑANZA MEDIA EN CADA CALIFICACION DE "FLOTACION DE LOS CUERPOS"



Gráfica 2.22.

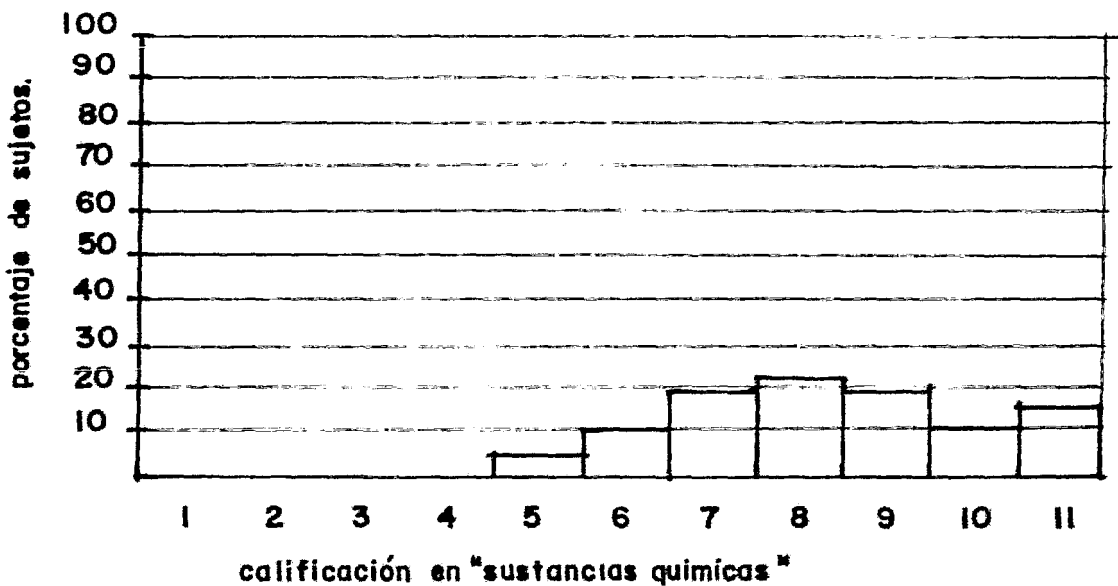
PORCENTAJE DE SUJETOS DE 4to, 5to y 6to GRADO DE ENSEÑANZA MEDIA EN CADA CALIFICACION DE "FLOTACION DE LOS CUERPOS"

GRADO ESCOLAR-SUSTANCIAS QUIMICAS



Gráfica 2.23.

PORCENTAJE DE SUJETOS DE 1er, 2do, 3er, GRADO DE ENSEÑANZA MEDIA EN CADA CALIFICACION DE "SUSTANCIAS QUIMICAS"



Gráfica 2.24.

PORCENTAJE DE SUJETOS DE 4to, 5to, 6to GRADO DE ENSEÑANZA MEDIA EN CADA CALIFICACION DE "SUSTANCIAS QUIMICAS"

GRAFICAS DE RELACION ENTRE VARIABLE "PROMEDIO
DE CALIFICACIONES EN CIENCIAS Y "VARIABLES
OPERATORIAS"

El conjunto de gráficas expuesto enseguida (de gráfica 2.25 a la gráfica 2.32), ilustra las diferencias encontradas en la ejecución de las tareas operatorias, entre los grupos de mayor y menor promedio de calificaciones en ciencias.

Esta exposición pormenorizada de los resultados de cada grupo, para cada tarea, nos permite visualizar algunas cuestiones interesantes:

- a) La tendencia general de las diferencias entre grupos, es la de presentar resultados más elevados en las tareas operatorias, por parte de los sujetos con mejores promedios de calificaciones en ciencias, aunque esos resultados son sólo ligeramente superiores a los obtenidos por los sujetos de menores promedios.

Las correlaciones entre promedio de calificaciones en ciencias y las tareas operatorio formales son prácticamente nulas (excepto en el caso de "flexibilidad de las varillas") -ver tabla 4-. Esto último, en conjunción con los datos graficados, nos induce a suponer que las evaluaciones en ciencias que han sido base para los promedios de calificaciones procesados, requieren por parte de los sujetos evaluados, mínima competencia operatoria formal.

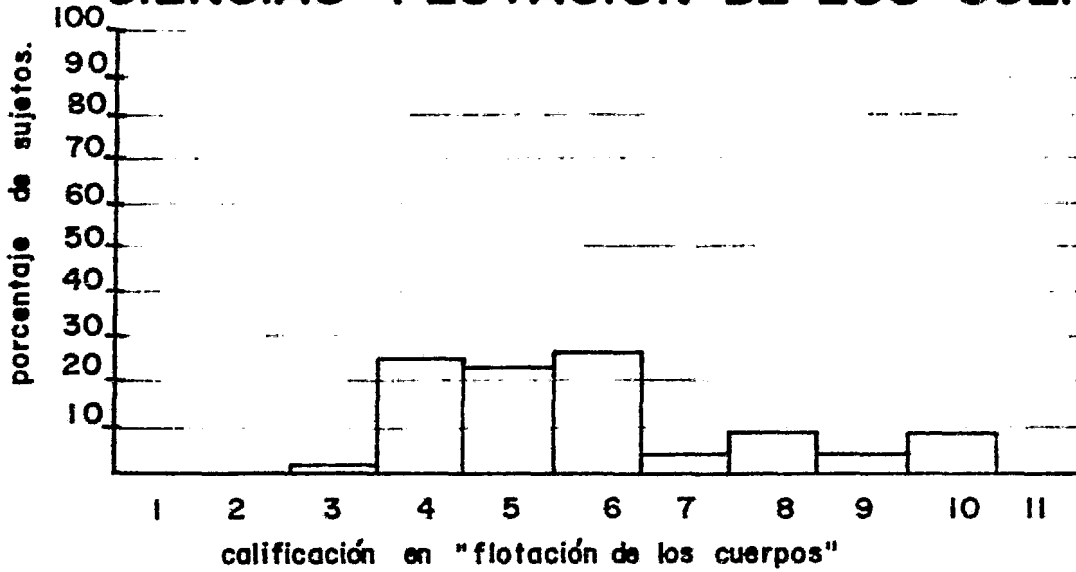
- b) En un caso (proyección de sombras, gráficas 2.27 y 2.28) los resultados más bajos en la tarea corresponden a sujetos con promedios de calificaciones en ciencias elevados, y en el ca

so de los resultados en "sustancias químicas", (gráficas 2.31 y 2.32) la mayoría de los más bajos pertenecen también al grupo de los mejores promedios en ciencias.

- c) En las gráficas de resultados en sustancias químicas (gráficas 2.31 y 2.32) puede apreciarse también que las mejores calificaciones en la tarea (10 y 11) fueron obtenidas, por ligera mayoría, por sujetos de promedios en ciencias bajos.

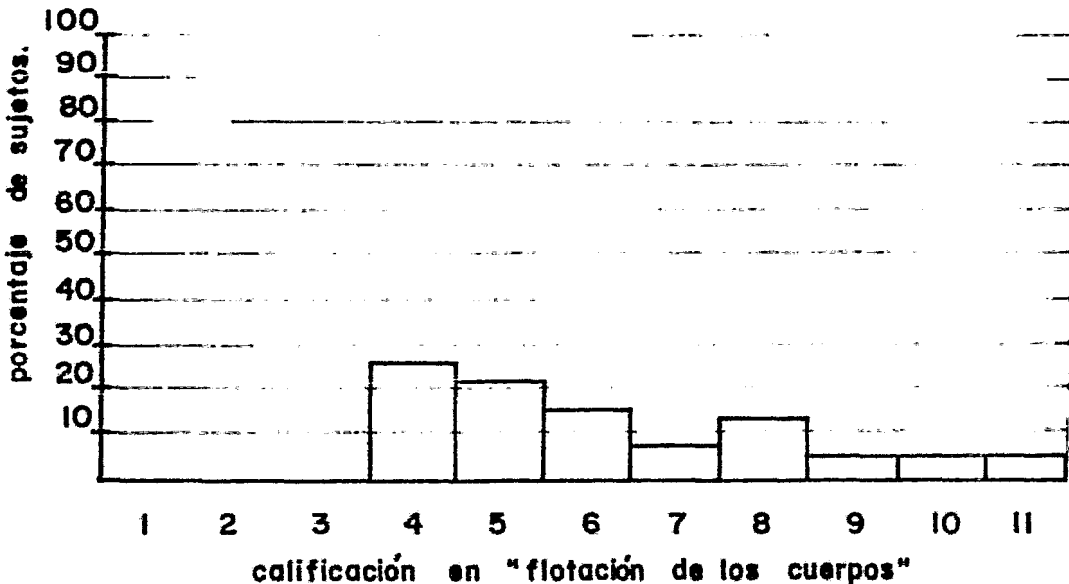
Los señalamientos anteriores (puntos B y C) apuntan en dirección coincidente con las conclusiones expuestas en el apartado A: las evaluaciones en ciencias cuyos resultados fueron muestreados parecen basarse en habilidades no operatorio formales.

PROMEDIO DE CALIFICACIONES EN CIENCIAS - FLOTACION DE LOS CUERPOS



GRAFICA 2.25

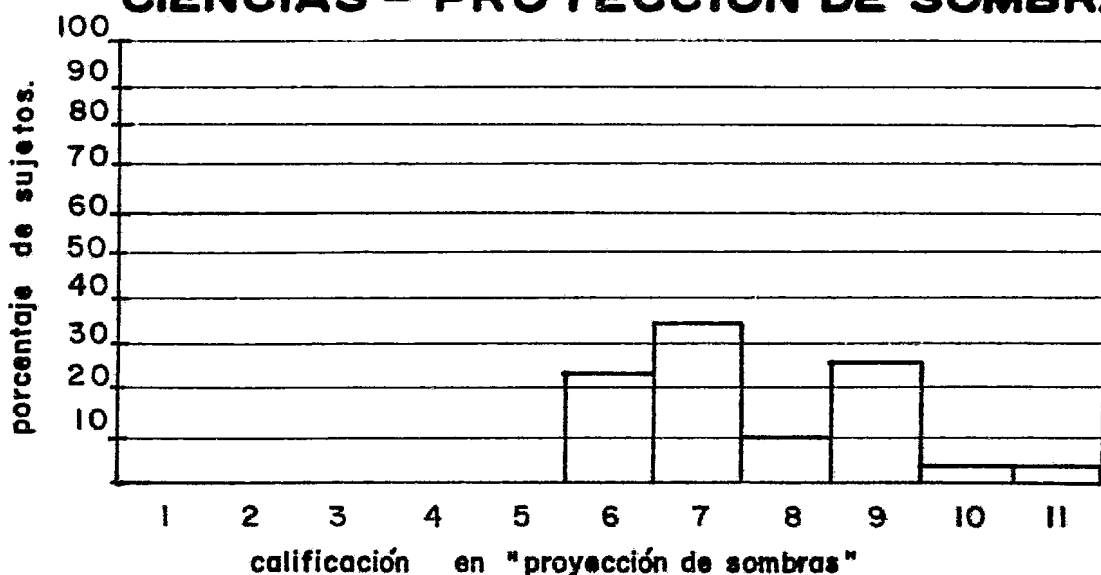
PORCENTAJE DE SUJETOS CON 5,6 Y 7 DE PROMEDIO EN CIENCIAS, EN CADA CALIFICACION DE "FLOTACION DE LOS CUERPOS"



GRAFICA 2.26

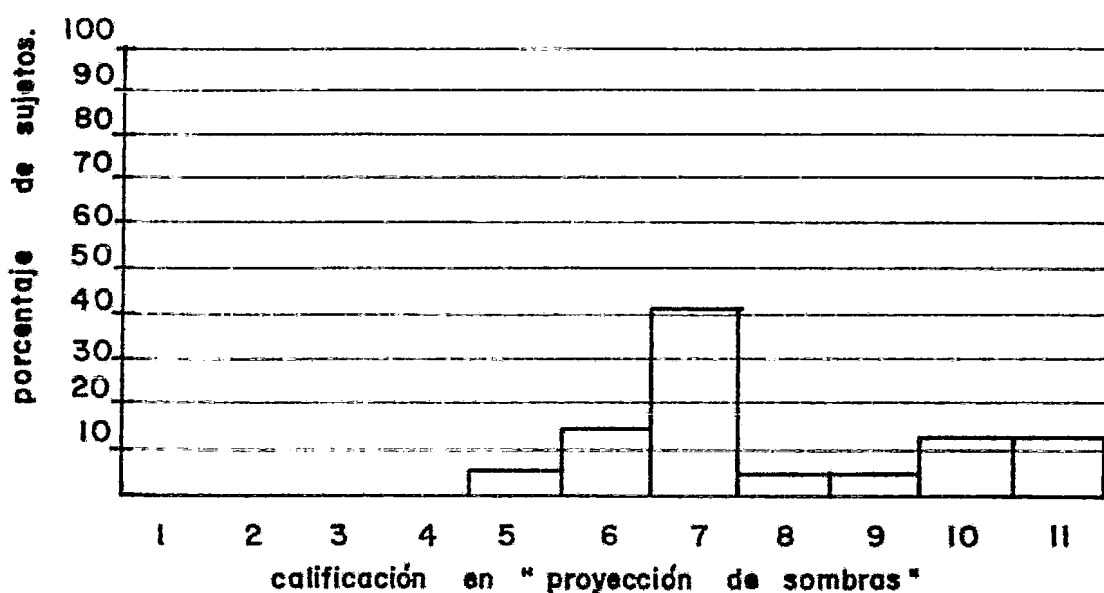
PORCENTAJE DE SUJETOS CON 8, 9 Y 10 DE PROMEDIO EN CIENCIAS, EN CADA CALIFICACION DE "FLOTACION DE LOS CUERPOS"

PROMEDIO DE CALIFICACIONES EN CIENCIAS - PROYECCION DE SOMBRAS



GRAFICA 2.27

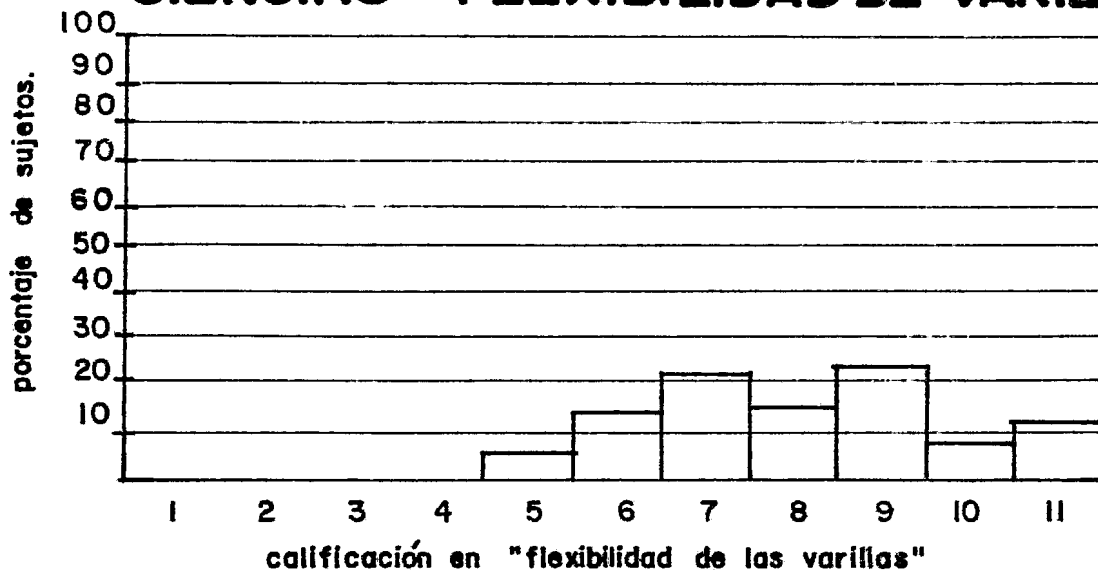
PORCENTAJE DE SUJETOS CON 5, 6 Y 7 DE PROMEDIO EN CIENCIAS, EN CADA CALIFICACION DE "PROYECCION DE SOMBRAS"



GRAFICA 2.28

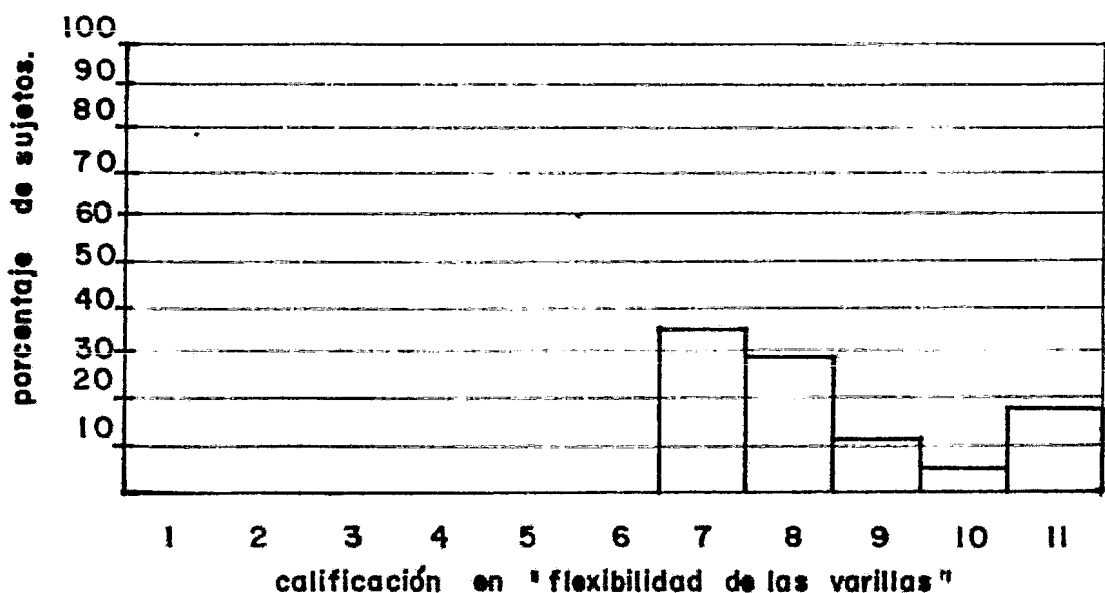
PORCENTAJE DE SUJETOS CON 8, 9 Y 10 DE PROMEDIO EN CIENCIAS, EN CADA CALIFICACION DE "PROYECCION DE SOMBRAS"

PROMEDIO DE CALIFICACIONES EN CIENCIAS - FLEXIBILIDAD DE VARILLAS



GRAFICA 2.29

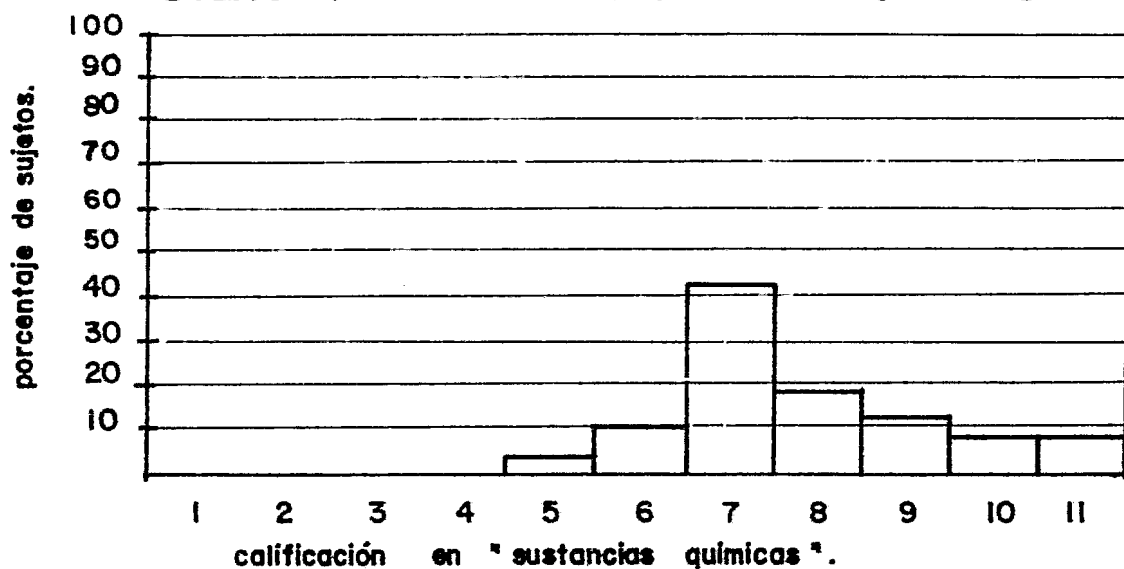
PORCENTAJE DE SUJETOS CON 5,6 Y 7 DE PROMEDIO EN CIENCIAS, EN CADA CALIFICACION DE " FLEXIBILIDAD DE LAS VARILLAS "



GRAFICA 2.30

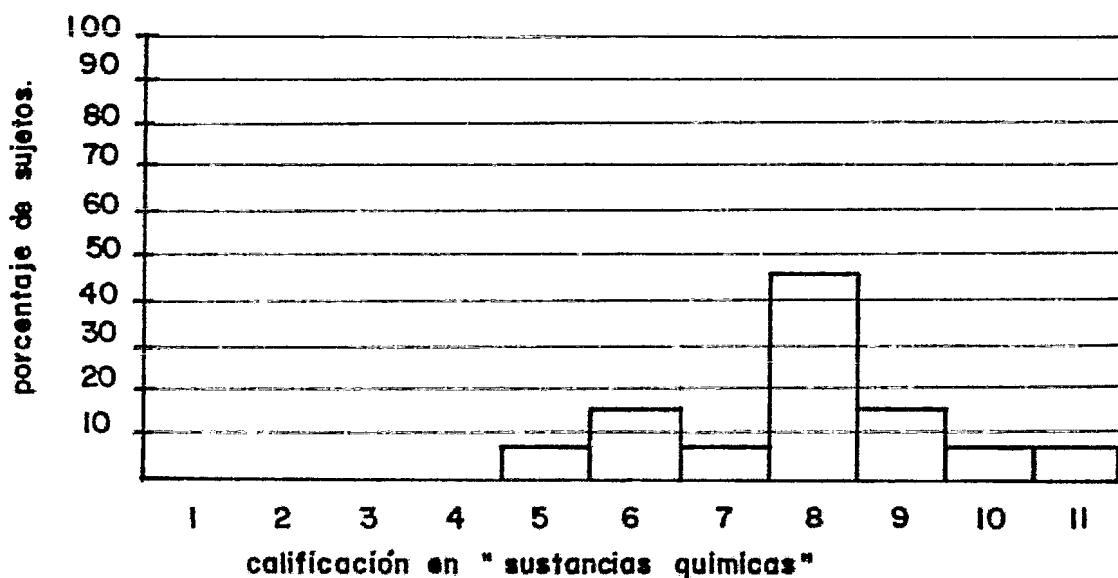
PORCENTAJE DE SUJETOS CON 8,9 Y 10 DE PROMEDIO EN CIENCIAS, EN CADA CALIFICACION DE " FLEXIBILIDAD DE LAS VARILLAS "

PROMEDIO DE CALIFICACIONES EN CIENCIAS - SUSTANCIAS QUIMICAS



GRAFICA 2.31

PORCENTAJE DE SUJETOS CON 5, 6 Y 7 DE PROMEDIO EN CIENCIAS, EN CADA CALIFICACION DE "SUSTANCIAS QUIMICAS"



GRAFICA 2.32

PORCENTAJE DE SUJETOS CON 8, 9 Y 10 DE PROMEDIO EN CIENCIAS, EN CADA CALIFICACION DE "SUSTANCIAS QUIMICAS"

3.- RELACIONES ENTRE VARIABLES OPERATORIAS.

La tabla presentada a continuación señala las correlaciones entre tareas operatorio formales aplicadas.

Cabe destacar que las correlaciones presentadas son regulares o bajas, y aunque casi todas son estadísticamente -- significativas, la posibilidad de predecir la ejecución de una tarea a partir del resultado obtenido en otra, es más bien reducida.

TABLA 5. CUADRO DE CONCENTRACION DE RESULTADOS DE RELACIONES ENTRE VARIABLES OPERATORIAS (Correlación entre tareas).

	SQ	FC	PS	FV
SQ		.43	.52	.30
FC			.23	.58
PS				.38
FV				

SIMBOLOGIA.

- SQ = "sustancias químicas"
- FC = "flotación de los cuerpos"
- PS = "proyección de sombras"
- FV = "flexibilidad de las varillas"

Los números representan correlaciones, obtenidas a través de la técnica de correlación de rangos de Spearman (para datos ordinales).

Los círculos indican las correlaciones estadísticamente significativas al .05 de nivel de significancia.

JUSTIFICACION DE LAS PRUEBAS ESTADISTICAS
SELECCIONADAS

La técnica de correlación de Spearman fue seleccionada dado que los datos cuya asociación pretendía determinarse se encontraban en un nivel ordinal de medición, y el muestreo de los sujetos fue realizado a través de un proceso de aleatorización (Ver Levin, 1979, pp.223). Dado que se cumplen los requisitos mínimos de selección, esta prueba fue escogida por ser la más potente disponible para el problema planteado.

4.- RELACIONES ENTRE VARIABLES NO OPERATORIAS.

La tabla 6 presenta en forma sintética, datos -- que nos permiten inferir si 2 variables no operatorias están o no relacionadas, o en qué grado se correlacionan.

Esta información puede servirnos de base para conjeturar si algunas explicaciones que vinculan 2 variables en forma directa, en realidad debieran atribuir esta vinculación a la intervención indirecta de un tercer factor implicado.

Por ejemplo, es importante considerar que tanto -- la mínima relación encontrada entre ejecución operatoria y grado escolar, pudiera atribuirse en realidad a una relación -- "ejecución operatoria"- "edad", en consideración de que la variable "grado escolar" está fuertemente correlacionada con la variable "edad" (.78). ¿No se estará correlacionando en realidad "ejecución operatoria" con "grado escolar"?

Por otra parte, la tabla nos permite corroborar la -- inexistencia de sesgos significativos o factores contaminantes internos que involucren a las variables no operatorias. Así, -- el hecho de no existir diferencias significativas entre sexos en su edad, grado escolar y promedio de calificaciones en ciencias, nos permite atribuir, con mayor margen de seguridad, cualquier diferencia operatoria entre sexos a esta desemejanza entre los grupos (su sexo) o a factores diferenciales inherentes a esta categorización, y no a factores indeterminados.

TABLA 6. CUADRO DE CONCENTRACION DE RESULTADOS DE RELACIONES ENTRE VARIABLES NO OPERATORIAS.

	SEXO	EDAD	G.E.	P.C.C.
SEXO		NO	NO	NO*
EDAD			.78	-.15*
GRADO ESCOLAR				-.10*
PROM. CAL. CIENCIAS				

SIMBOLOGIA.

"NO" = No hay diferencia significativa al .05 de nivel de significancia en la prueba "T", entre hombres y mujeres, para la variable correspondiente.

NO* = No hay diferencia significativa al .05 de nivel de significancia en la prueba de la mediana, entre hombres y mujeres en su promedio de calificaciones en ciencias.

Los números indican la correlación obtenida entre las variables correspondientes, mediante la técnica de "correlación de Pearson".

Los números con asterisco indican la correlación obtenida entre las variables correspondientes, mediante la técnica de "correlación de Spearman".

Todas las correlaciones presentadas en esta tabla, son estadísticamente significativas al .05.

JUSTIFICACION DE LAS PRUEBAS ESTADISTICAS UTILIZADAS.

Fue utilizada la prueba "t" para comparar hombres - contra mujeres de la muestra, en edad y grado escolar, ya que estos datos se ubicaron en un nivel de medición de razón; aun-- que no se cumple el requisito de la normalidad en la distribu-- ción de dichas variables (edad y grado escolar) en la pobla--- ción, esto puede desdeñarse dado el tamaño de la muestra.

Por otra parte, se cumple el requisito del muestreo aleatorio para la obtención de la muestra (Ver Levin 1979, pp. 146)

La prueba de la mediana fue utilizada para determinar posibles diferencias entre hombres y mujeres en su "promedio - de calificaciones en ciencias" en razón de que esta variable - fue situada en un nivel de medición ordinal; por otro lado, los requisitos de aleatoriedad en el muestreo, e independencia de los grupos, se satisfacen plenamente.

Para determinar el grado de asociación entre "edad" y "grado escolar" se utilizó la "correlación de Pearson", por en contrarse ambas variables en un nivel de medición de razón, y por tratarse de una muestra seleccionada aleatoriamente.

El hecho de que ambas variables no estén normalmente distribuidas en la población, es compensado suficientemente -- por el tamaño de la muestra (Ver Levin, 1979, 211 y 212).

Fue utilizada la técnica de correlación de Spearman para averiguar el grado de asociación entre el "promedio de ca lificaciones en ciencias" con "edad" y "grado escolar", nor ubi-- carse la primera variable en un nivel ordinal de medición. El requisito de aleatoriedad en la selección de los integrantes - de la muestra, se cumple (Ver Levin, 1979. pp.223).

En términos generales, en la selección de la prueba estadística (de efectos diferenciales o de correlación), se ha pretendido optar por la que, cumpliendo con los requisitos estipulados, se considere la más potente en su género.

CAPITULO VI

ANALISIS E INTERPRETACION

DE RESULTADOS.

Se ha mencionado ya, reiteradamente, en apartados anteriores, que el presente trabajo es un intento de aproximación al diagnóstico de las limitantes de nuestro sector escolar medio, - en su labor de formar educandos capaces de comprender y hacer -- ciencia. En particular, se ha pretendido elaborar un esbozo preliminar que muestre cual es el nivel operatorio formal de nuestros adolescentes escolarizados, cuales son los factores que determinan dicho nivel operatorio formal, (en especial el papel -- del factor "escuela"), y cual es la consistencia o correlación - entre las tareas piagetianas utilizadas. Se ha dado, pues, una relevancia mayúscula a la posesión de operaciones formales como posibilitadora de la aparición de un pensamiento científico.

No se quiere decir con esto que no haya otras habilidades intervinientes; simplemente, se piensa que la capacidad operatoria formal es condición indispensable para pensar y proceder científicamente.

Existen pues, según lo anterior, un conjunto de habilidades que no se insertan en la competencia operatoria formal, -- que son necesarias para la aparición o desarrollo de la capacidad científica elemental, y que, al igual que las operaciones -- formales, la escuela y de ser posible la sociedad, han de fomentar. La determinación de dichas habilidades puede constituirse en el objetivo de un futuro programa de investigación, ya sea -- que se les considere como complementarias de las habilidades operatorias, o que se intente un inventario del conjunto integral - de habilidades intervinientes en el desarrollo del pensamiento - científico en los adolescentes.

¿Por qué los estudiantes del nivel escolar medio, en - México, en su inmensa mayoría no desarrollan un pensamiento cien-

tífico?

¿Por qué, aparentemente, no desarrollan operaciones -- formales?

La complejidad de estos problemas ha determinado que, -- investigaciones como la presente, requieran de la complementación exhaustiva de estudios filiales, realizados en poblaciones, niveles educativos o habilidades distintas a las que aquí se abordaron.

Se pretende entonces que los resultados que a continuación se analizan, sirvan como directrices de posibles hipótesis y proyectos de investigación que proporcionen la información que, idealmente, sugiera decisiones operativas a corto plazo, en el -- ámbito educativo.

Los rendimientos promedio de la muestra de 42 sujetos, para cada prueba, muestran que la generalidad de adolescentes -- analizados se ubican en un período operatorio concreto incipiente, en la edad en que sus homólogos europeos y norteamericanos -- entran de lleno en el dominio de las operaciones formales (Ver Capítulo IV, Sección 1; descripción de la muestra). Considérese que la muestra no es representativa de la mayoría de los adolescentes en México, ya que estos 42 sujetos provienen de clase media o clase media alta. Si se toma en cuenta que varios estudios han mostrado superioridad intelectual por parte de las clases -- más favorecidas económicamente (Ver Bee, Helen; pp. 200), puede suponerse que el nivel operatorio formal de los adolescentes de clases económicamente inferiores, será aún menor que el detectado en nuestra muestra, lo que nos hace pensar en una posibilidad -- desconsoladora.

La Tarea de "Flotación de los cuerpos" o "eliminación

de las contradicciones" arrojó las calificaciones más bajas del conjunto de Tareas presentadas; se trata de una tarea que requiere para su resolución de una capacidad para enunciar y poner a prueba una serie de hipótesis, integrando después, en forma coherente, la información obtenida en una sola proposición general o ley. Representa pues, en términos generales, la metodología y el espíritu científico de enfrentamiento a los problemas. Los resultados obtenidos en esta Tarea (como en las demás) son notoriamente bajos. (Ver Capítulo IV, resultados, Sección - II, gráficas). ¿Es la escuela responsable en buena medida, de la escasa capacidad de estos educandos para proceder en forma sistemática y consistente, ya no digamos científica, ante problemas de esta naturaleza? Algunos de los resultados obtenidos sugieren una respuesta afirmativa a esta pregunta:

Las correlaciones encontradas entre los "promedios de calificaciones en ciencias" y los "rendimientos en las Tareas - operatorio formales" son tan bajas (inclusive nulas en algunos casos), que mueven a pensar que, independientemente de lo que -- esas calificaciones reflejan, las evaluaciones que les determinan poco o nada tienen que ver con operaciones formales. Difícilmente, entonces, se estará evaluando "capacidad científica" en alguna forma. (Ver Capítulo IV, Sección 2.)

Aún la correlación entre matemáticas (disciplina considerada de "inteligentes" por antonomasia) y "rendimientos operatorio formales" en las 4 Tareas utilizadas, es sumamente baja. Posiblemente se evalúen ahí memoria o una modalidad elemental - de aplicación de métodos matemáticos, pero seguramente no se le requiere al estudiante la comprensión de la metodología utilizada y mucho menos, una extensión creativa de sus aplicaciones. -

¿Cómo pedirle entonces que, al arribar a la universidad comprenda y aplique extensivamente modelos matemáticos que,

en su base le son ininteligibles?

Puede verse también en la Sección 2da. de resultados, - que la correlación entre grado escolar y rendimiento operatorio formal en cada una de las 4 Tareas empleadas, es muy baja en general (por ejemplo, Flexibilidad de las varillas se correlaciona - con grado escolar en sólo ,12). Cabría esperar, tan solo por el efecto de la mayor edad de los sujetos de grados escolares superiores, que éstos manifestaran rendimientos sensiblemente más elevados; sin embargo, la diferencia operatoria formal entre sujetos de mayor grado escolar (en su mayoría los de edad más elevada) y sujetos de menor grado escolar (y por consiguiente menor edad), es muy pequeña. El paso por 6 años de nivel escolar medio, o simplemente el paso de 4, 5 ó 6 años de edad, en un período -- crítico del desarrollo intelectual, parece dejar muy poco en el desenvolvimiento operatorio formal del sujeto.

¿Será esto tan solo aplicable a las operaciones formales? ¿Será debido a un problema de actividad o contenido didáctico? ¿Se trata de un problema que pueda circunscribirse a la esfera de la educación formal, o que atañe a la educación informal también?

El esclarecimiento de estos problemas se torna necesario para que puedan tomarse medidas, mínimamente en lo que se refiere a la educación institucionalizada, a fin de formar egresados del sector intermedio con una mayor capacidad científica básica, lo que ayudaría a resolver entre otros problemas, el de la carencia de científicos e investigadores en nuestro país, así como la baja captación y alta deserción de las carreras científicas de nuestras universidades.

Por otro lado, es importante hacer notar que en la -- muestra analizada, no se encontraron diferencias significativas

entre hombres y mujeres, en ninguna de las 4 Tareas operatorio - formales; estos resultados contradicen los datos arrojados por - investigaciones extranjeras, que en su mayoría reportan superioridad operatoria formal masculina. (Ver Capítulo III)

2 posibilidades podrían explicar los resultados aquí obtenidos. Hay diferencia entre hombres y mujeres pero, dado que pocos sujetos alcanzaron calificaciones altas en las tareas, estas diferencias tienden a minimizarse, ya que el rango en el que caen la mayoría de las calificaciones es reducido. De hecho, en todas las tareas se detectó un ligero predominio masculino que, por ser mínimo, se consideró no significativo (Ver Capítulo V, Sección 2).

Una segunda opción es que, en poblaciones escolarizadas, son muestreadas mujeres de mayor desarrollo intelectual que el promedio, o mujeres que tienen en un medio escolar la posibilidad de capacitación que les permite igualar al hombre en su rendimiento intelectual. Queda por determinar, descartado el factor de una posible diferencia intelectual natural entre sexos, - el papel de una cultura tan masculinizada como la nuestra, en el propiciamiento de una diferencia intelectual entre hombres y mujeres.

Por otro lado, cabe destacar que las correlaciones encontradas entre las 4 tareas operatorio formales, par por par, son medianas, o medianas bajas, oscilando entre un mínimo de .23 -correlación entre "Proyección de sombras" y "Flotación de los cuerpos"- y un máximo de .58 -entre "Flexibilidad de las varillas" y "Flotación de los cuerpos"- (Ver Capítulo V, Sección 3). Estas correlaciones coinciden con las encontradas en investigaciones - extranjeras semejantes; sin embargo, conviene señalar que en el caso de la correlación entre "Proyección de sombras" y "Flotación de los cuerpos" (.23), se esperaba un valor más alto dada la filiación entre las tareas mencionadas (que implican, ambas, un

grupo INRC subyacente). Aunque Piaget ha explicado esta inconsistencia entre Tareas, como resultado de desfases en el desarrollo operatorio de un sujeto, a lo largo de su transición por un estadio, cabe preguntarse si la consabida filiación entre tareas operatorio Formales es tan real como Piaget e Inhelder pretenden presentarla. Por otra parte, a través de la aplicación de las tareas operatorio Formales, se hacen evidentes un par de factores de interferencia que pueden mermar su poder diagnóstico: a) las tareas requieren de excesiva verbalización. El paso de la acción a la explicación no siempre es dado por un sujeto que sin embargo, activamente, demuestra su capacidad de resolver problemas.

- b) Es importante considerar también la influencia que, sobre la ejecución de un sujeto en cada Tarea operatoria Formal, pueden ejercer sus conocimientos respecto del problema planteado.

Ejemplifiquemos esto; Un conocimiento previo por parte del sujeto, del principio de Arquímedes, influye notablemente su ejecución en la Tarea de "Flotación de los cuerpos", y aunque Piaget sostiene que siempre es dable reconocer a sujetos como éste, en la práctica pueden ser confundidos con sujetos que acceden correctamente, aunque vacilantes, al problema.

Es importante entonces desarrollar Tareas que requieran habilidades generales prescindiendo, en lo posible, de conocimientos específicos y de la necesidad de una expresión verbal por parte del sujeto actuante.

Por otra parte, es importante puntualizar que los resultados referidos en la Sección 4 del Capítulo V -relaciones entre variables no operatorias- descartan la posibilidad de contaminación entre estas variables; una posible única excepción a esto, sería el caso de la correlación entre grado escolar y promedio -

de calificaciones en ciencias, ya que los sujetos de menor grado presentan calificaciones ligeramente superiores a los de mayor grado, lo que puede haber actuado como compensador de diferencias operatorias naturales entre los sujetos de secundaria y los de preparatoria. De cualquier manera, la diferencia de calificaciones no es suficientemente significativa --según nuestro parecer-- para distorsionar considerablemente las conclusiones extraídas de aquellos resultados.

A título de reflexión final, cabe preguntarse qué mecanismos podrían favorecer el desarrollo operatorio formal de nuestros estudiantes de nivel escolar medio. He de limitarme a señalar aquí algunas directrices que, en mi opinión, dentro de la vertiente particular del dominio científico, podrían promover una expansión operatoria por parte de los educandos:

1) Un cambio de enfoque en la enseñanza de las ciencias pasando del énfasis en los productos y aplicaciones de la ciencia, al énfasis en la enseñanza de la actividad elaboradora de dichos productos, la estrategia científica. ¿Cómo se relaciona lo anterior con operaciones formales?

Poseer operaciones formales es mostrar activamente capacidad para poner a prueba, extender o generar estructuras cognitivas representacionales complejas (categorías, explicaciones, leyes, teorías, procedimientos de solución de problemas, programas de acción, etc.). La estrategia científica de investigación, cuando el sujeto la usa y comprende plásticamente, es una herramienta operatoria en la medida en que tiende a la equilibración o máxima estabilidad y extensión de algunas estructuras cognitivas representacionales.

Parece que la postura implícitamente asumida por una - mayoría de nuestros educadores hasta ahora, es la de enseñar pro ductos y aplicaciones de la ciencia, y no a que se conciba ésta como fundamentalmente generadora de conocimiento.

¿No sería mejor dar al educando el instrumento para ex tender, en forma sólida, su conocimiento, que darle el conoci--- miento en su forma acabada? Al respecto, no sin razón, Piaget ha dicho: "Todo lo que se le enseña al sujeto, se le impide descu-- brirlo" (Bringuier, 1977). A lo anterior, yo agregaría que no só lo se le impide descubrirlo sino, en muchos casos, se le impide lograr una comprensión integral del fenómeno enseñado.

La segunda ley de Newton es un conocimiento que puede servirnos para ilustrar este punto:

Podemos enseñar al estudiante de secundaria (una vez - que conoce los respectivos conceptos), que la aceleración de un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza motriz que se le aplica, e inversamente proporcional a su masa; podemos inclusive demostrárselo. Esto es lo que se hace normalmente en nuestras es cuelas del sector medio inferior y superior con respecto a este aprendizaje en particular.

Bien distinto sería inducir al estudiante, motivandolo, a un conjunto de experiencias con móviles -y para esto no es necesario un laboratorio- para que dedujera por sí solo y mediante el cuestionamiento e intercambio con profesor y compañeros, los factores determinantes de la aceleración de un cuerpo.

Esto redundaría en una mejor comprensión de lo aprendido y, por sobre todo, en una mayor capacidad explicativa por par te de los protagonistas.

2) La ejercitación por separado en cada una de las fases e instrumentos de la estrategia científica, enfrentando al sujeto con problemas reales o ficticios, motivantes y adecuados a su destreza, solicitándole la elaboración de categorías, utilización de instrumentos de medición, hipotetización, procesos inferenciales, etc. v.gr.:

- Clasifica la basura del patio
- ¿Cuál es la definición que darías de árbol?
- ¿A qué crees que se deba el que a la mayoría de tus compañeros no les gustan las matemáticas?
- ¿Cómo averiguarías qué tan listo es tu perro?
- Averigua, haciendo un experimento, de qué depende el alargamiento de un resorte.
- Estudia y describe las características del cobre.
- ¿Cuál es la probabilidad de que, en un tiro de dados salga un seis, y por qué?
- ¿Cómo están relacionados los valores de número de cigarrillos fumados e incidencia de cancer pulmonar?
- ¿A qué crees que se deba el hecho de que un mayor número de gente se suicida en primavera?
- ¿Qué puedes inferir de esta gráfica que muestra los promedios de calificaciones en física de tus compañeros?

3) Complementaria e integradora de la sugestión anterior, sería la de incitar al alumno a desarrollar programas de investigación sencillos, una vez imbuido en él, el sentido de la investigación científica: la búsqueda de un consenso de nuestro conocimiento con los hechos y la integración coherente de las actividades mencionadas en el apartado anterior, dirigidas sistemáticamente a este fin.

La confrontación, crítica grupal respetuosa, realización de sesiones de polémica sobre los temas investigados y la comprobación de los resultados expuestos, serían labores complementarias a la de investigación propiamente dicha.

Pudiera pensarse que nuestro objetivo es formar científicos en ciernes: lejos de ello, se trata de que nuestros educandos obtengan esa capacidad fundamental, en buen parte creativa, para elaborar conocimiento confiable y acciones complejas realmente efectivas. ¿Puede pedirse algo más importante, en la formación de individuos destinados a vivir en un país que requiere -- aún de mucha información sobre si mismo, y de solucionar infinidad de problemas?

B I B L I O G R A F I A .

- 1) Abebe, Berhanu. "The Developmental of logical thinking in Ethiopian School Children" Education, Psychology. 1974. - Sept. Vol. 35 (3-A) pag. 1988.
- 2) Bartlett, James. "Analysis of formal operations ability - of students in high school accounting classes" Education General. Order N° 74-10, 278. 6858A. 1973.
- 3) Bee, Helen. El desarrollo del niño. Editorial Harla. Méxi co. 1978.
- 4) Bringuier, Jean Claude. Conversaciones con Piaget. Editori al Gedisa. Francia, 1977.
- 5) Crismolo, Gustavo; Donoso, Silvia; González, Sergio; Ruiz, Alfonso y Westphal, Juan. "Esquemas de pensamiento formal" Investigaciones Educativas Venezolanas. 1 (3): 5-10, 1981
- 6) Demetrio, Andreas y Efklides, Anastasia. "Formal opera- tional thinking in young adults as a function of educa- tion and sex". International Journal of Psychology. 14 -- (1979) 241,243.
- 7) Douglas, Joan y Wong, Ann. "Formal Operations: Age and -- sex differences in chinese and american children". Child Development. 1977. Jun. Vol. 48 (2) 689-692
- 8) Ferreiro, León. Simposio internacional sobre el bachele- rato. UNAM. 1982.
- 9) Flavell, John. La psicología evolutiva de Jean Piaget. Edi torial Paidós. Argentina. 1979.
- 10) Fonseca, Ana; de Hernández, Carmen; Ingianna, Yolanda y - De Thomas, Zahyra. "Nivel de pensamiento operatorio en jó venes costarricenses". Revista Latinoamericana de Psicolo gía. 1980, Vol. 12, N° 3. 471-486.
- 11) Fuller, Robert. "Los problemas de física: cómo resolver-- los" Información Científica y Tecnológica. Febrero de --- 1983. Vol. 5. N° 77. Págs. 4-10
- 12) Gallejos, Leticia. Simposio Internacional sobre el bachi- llerato. UNAM. 1982.
- 13) Graybill, Leticia Anne. "A study of sex differences in -- the transition from concrete to formal thinking patterns" Education Psychology. 1973. Order N° 73-32, 215. Pag.3989-A

- 14) Griffiths, David. "The study of the cognitive development of science students in introductory level courses". Education Psychology. 1973. Order N° 73-32, 216. P. 3989.
- 15) Hammond, John. "Proportional thinking: the effects of a - structured teaching sequence on achievement on proportional thinking tasks". Education Psychology. Order N° 73-24, 498; 2391 y 2392. 1973.
- 16) Jurd, M.F. "An empirical study of operational thinking in history-type material". Cognitive Development, 1978, 3414-348.
- 17) Kerlinger, Fred N. Investigación del comportamiento. Editorial Interamericana. México. 1975.
- 18) Khun, Deana y Angelev, John. "An experimental study of -- the development of formal operational thought". Child Development. 1976. 47, 697-706.
- 19) Khun, Deanna y Brankock, Joan. "Developmental of the isolation of variables scheme in experimental and natural experiment contexts". Developmental Psychology. 1977. Vol. 13. N° 4, 9-14.
- 20) Lawson, Anton E. "Relationships among performances on --- three formal operations tasks". Journal of Psychology. -- 1977. Jul. Vol. 96 (2) 235-241.
- 21) Lawson, Anton E. "Relationships between concrete and formal operational science subject matter and the intellectual level of the learner". Scientific Information. 1973, Order N° 73-31, 481. P. 3177-3179.
- 22) Levin, Jack. Fundamentos de estadística en la investigación social. Editorial Trillas. México. 1977.
- 23) Martorano, Suzanne. "A developmental analysis of performance on Piaget's formal operations tasks". Developmental Psychology. 1977. Vol. 13. N° 6; 666-672.
- 24) Panicucci, Carol Louise. "The effect of training on inductive reasoning behavior in young and old adults". General Psychology. Order n° 74-19, 935; P. 3562B
- 25) Peskin, Joan. "Female performance and Inhelder and ----- Piaget's tests of formal operations". Genetic Psychology Monographs. 1980. May. Vol. 101 (2) P. 245-256.
- 26) Phillips, John L. jr. Los orígenes del intelecto según -- Piaget. Editorial Fontanella. España. 1977.

- 27) Piaget, Jean e Inhelder, Barbel. De la lógica del niño a la lógica del adolescente". Editorial Paidós. Francia. 1955.
- 28) Piaget, Jean. Psicología del niño. Editorial 904. Argentina. 1969.
- 29) Piaget, Jean. Ensayo de lógica operatoria. Editorial Guadalupe. Argentina. 1977.
- 30) Piaget, Jean. Le Jugement et le raisonnement chez l'enfant Delachaux y Niestlé, Neuchatel. 1956.
- 31) Richmond, P.G. Introducción a Piaget. Editorial Fundamentos. España. 1974.
- 32) Rodríguez Salade, María Luisa. El científico en México: - su imagen entre los estudiantes de enseñanza media. UNAM. 1977.
- 33) Rosenthal, Daren Anhe. "An investigation of some factors influencing development of formal operational thinking". General Psychology. Order N° 76-8311. P.5237-B.
- 34) Ross, Robert. "Formal thinking, paired-associate learning, and creativity in adolescents". Educational Psychology. - 1973. Order N° 74-2931. P. 4887-48888.
- 35) Sahin, Nail. "The development of deductive reasoning in -- children". Psychology Experimental. 1975. Order N° 76. -- 1242. P. 5840-B
- 36) Seong-Soo, Lee. "The role of memory aids in two instructional paradigms: learning and utilization of logical rules" Instructional Science. 10, 1981. 123-133.
- 37) Siegler, Roberts. "The origins of scientific reasoning" - Children's thinking. Capítulos. Lawrence Erlbaum Associated Publishers. LEA, New York. 1978.
- 38) Thornton, Melven y Fuller, Robert. "How do college students solve proportion problems?" Journal of research in science teaching. Vol. 18. N° 4. Pp. 335-340 (1981).
- 39) Velázquez, Rafael. Simposio Internacional sobre el Bachillerato. UNAM. 1982.
- 40) Vinh, Bang; Ajuariaguerra, Julián de; Bressen, F. e Inhelder, Barbel. Psicología y Epistemología Genéticas. Editorial Proteo. Argentina. 1968.

- 41) Weeks, Ruth T. "The relationship of grade, sex, socioeconomic status, scholastic aptitude and school achievement to formal operations attainment in a group of junior high school students." Education Psychology. 1973. Order N° 73-27, 261. P. 2405-A
- 42) Weitz, Lawrence; Ward, Terrell; Thomas, James y Steger, - Joseph. "El sistema de Piaget de las 16 operaciones binarias: una investigación empírica". The Journal of Genetic Psychology. 1973. 123, 279-284.
- 43) White, Kathleen y Ferstenberg, Annetie. "Professional specialization and formal operations: the balance task". - Journal of Genetic Psychology. 1978. Sept. Vol. 133 (1), 97-104.
- 44) Worny, Cecilia. "The effects of culture and education on the acquisition of formal operational thinking". Psychology Information. 1973. Order N°73-32, 244. P. 4014-4016.