

Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Química



19

INFLUENCIA DEL DESARROLLO PSICOLOGICO
DEL INDIVIDUO EN EL APRENDIZAJE
DE LA QUIMICA Y CIENCIAS AFINES

TESIS

Que para obtener el título de
INGENIERO QUIMICO

presenta

Carlos M. de la Cruz Castro Acuña

1978



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.

TESIS 1978
AS: _____
DE: M. B. 95
ECHA: _____
RDC: _____
S: _____



J U R A D O

PRESIDENTE	JOSE MA. GARCIA SAIZ.
VOCAL	SANTOS SOBERON SALGUEIRO.
SECRETARIO	NATALIA DE LA TORRE ACEVES.
1er. SUPLENTE	PERLA ORTIZ MONASTERIO.
2do. SUPLENTE	MIGUEL SALOMA TERRAZAS.

Este trabajo se desarrolló en la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México y en la Universidad Autónoma Metropolitana, Plantel Xochimilco.

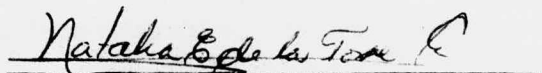
SUSTENTANTE:

CARLOS MAURICIO DE LA CRUZ CASTRO ACUÑA



ASESOR DEL TEMA:

NATALIA DE LA TORRE ACEVES



A la vida

y a quienes me la dieron.

A todos aquellos que de una
u otra forma han colaborado
a la realización de este
trabajo.

INTRODUCCION	1
1a. PARTE	
CAPITULO 1	
DESARROLLO PSICOLOGICO DE LAS OPERACIONES	4
CAPITULO 2	
LOGICA Y DESARROLLO	11
A) El Período Sensorio-Motriz	13
B) El Período Pre-Operatorio	14
C) Período de las Operaciones Intelec- tuales Concretas	16
D) Período de las Operaciones Intelec- tuales Abstractas o Formales	19
CAPITULO 3	
LAS OPERACIONES EN EL APRENDIZAJE	29
2a. PARTE	
CAPITULO 4	
LA SITUACION EN MEXICO	41
El Cuestionario 1-A de Pensamiento Formal, Punto por Punto	46
Métodos Estadísticos	51
Otras Pruebas Aplicadas	63
Análisis Comparativo de los Resultados Obtenidos	70
CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES	72
APENDICE	75
BIBLIOGRAFIA	76

INTRODUCCION.

En los últimos años, principalmente en los Estados Unidos, se han venido realizando diversos estudios con el propósito de investigar el nivel de desarrollo intelectual de los alumnos que ingresan a preparatorias y universidades.

Dichos estudios se basan en la teoría del eminente psicólogo suizo Jean Piaget, la cual plantea que el desarrollo intelectual se lleva a cabo en cuatro etapas sucesivas: senso-motriz, pre-operatoria, de operaciones concretas y, por último, de operaciones formales.

La última etapa es de vital importancia, pues la característica que determina su aparición es la capacidad para razonar por hipótesis. Esto es, la capacidad de razonar correctamente a partir de datos estrictamente teóricos, sin necesidad del apoyo que brinda una observación directa de los hechos.

En el plano de la actividad científica, la adquisición del razonamiento formal se manifiesta en formas diversas: el individuo comienza a pensar en términos de probabilidad y es capaz de considerar sistemáticamente todas las posibilidades en una situación dada; puede realizar un análisis correcto de variables y determinar aquellas de mayor importancia, las relaciones que entre ellas existen y cuales van a controlarse en el transcurso de un experimento. Sin embargo, estas actividades pueden considerarse secundarias al compararse con el máximo beneficio que se obtiene al alcanzar el razonamiento formal: la capacidad de abstracción.

Sólo aquellos individuos que hayan alcanzado un nivel for-

mal de razonamiento, serán capaces de comprender ideas abstractas como átomos, electrones y orbitales. Esto significa que casi cualquier persona puede llegar a conocer los elementos químicos, sus respectivos símbolos o características específicas como su estado físico a temperatura ambiente. Pero conceptos como resonancia, estereoisomería y energía interna, sólo pueden ser comprendidos y aplicados correctamente por sujetos que han alcanzado la etapa de las operaciones formales.

En la 1a. parte de este estudio, se presenta una visión general de la teoría piagetiana del desarrollo intelectual así como una breve recopilación de los principales trabajos aparecidos hasta la fecha en este campo.

Dada la importancia de estudiar nuestro medio educativo, se dedicó la 2a. parte a investigar la situación de los estudiantes en México, mediante la aplicación de pruebas especiales a alumnos de diversas instituciones, entre ellas, la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México y el plantel Xochimilco de la Universidad Autónoma Metropolitana.

Las pruebas, si bien basadas en la teoría de Piaget, son originales y diseñadas específicamente para aplicarse en México, con excepción del cuestionario 1-B que sólo se tradujo y adaptó.

Los resultados obtenidos se someten a un análisis estadístico que permite encontrar las relaciones existentes entre el desarrollo del razonamiento formal y:

- a) la edad del sujeto examinado,
- b) el sexo del individuo
- c) la institución educativa de que proviene.

Finalmente, al encontrarse que un porcentaje considerable de los estudiantes cuyas edades oscilan entre los 17 y los 23 años de edad, NO han alcanzado el nivel de las operaciones formales y, considerando éste como un factor determinante para que el alumno pueda tener una comprensión integral de la química, se sugieren métodos que ayuden al estudiante no sólo a comprender los conceptos abstractos sino también lo impulsen a desarrollar sus capacidades intelectuales.

CAPITULO 1.

DESARROLLO PSICOLOGICO DE LAS OPERACIONES.

El desarrollo psicológico del pensamiento, esto es, de las operaciones que lo constituyen, puede estudiarse desde dos puntos de vista aparentemente diferentes pero en realidad complementarios: el de las condiciones del equilibrio y el de la construcción de las estructuras.

Esta construcción depende de tres factores principales: la maduración del sistema nervioso (herencia), la experiencia adquirida en función del medio físico y la influencia del medio social. Sin embargo, no es posible hablar de una conducta debida a la pura maduración, ni de una influencia social que no se injerte en las estructuras internas del individuo. Así, los factores mencionads, sólo actúan en forma integral cuando se presenta entre ellos un equilibrio, el cual determina las mejores formas de adaptación compatibles con el conjunto de condiciones presentes en un momento dado.

Al existir esta interacción fundamental de los factores internos y externos, toda conducta presenta dos facetas: una asimilación de lo actual a esquemas internos anteriores y, simultáneamente, una acomodación de dichos esquemas a la situación externa actual.

Es necesario aclarar que este equilibrio psicológico no es un equilibrio estático sino, por el contrario, un equilibrio dinámico, de sistema abierto, por lo cual no es lo importante el equilibrio como estado, sino el proceso mismo de equilibramiento.

Equilibrio y estructura constituyen, por lo tanto, los dos aspectos complementarios de toda organización del pensamiento.

Comúnmente, se distinguen cuatro estadios o períodos de desarrollo, marcados por la aparición de estructuras sucesivamente construidas:

- 1o. Período senso-motriz. Desde el nacimiento hasta alrededor de los dos años.
- 2o. Período pre-operatorio. Se extiende hasta los 7 u 8 años de edad.
- 3o. Período de las operaciones intelectuales concretas, (aparición de la lógica), y de los sentimientos morales y sociales de cooperación. De los siete años a los 11 o 12.
- 4o. Período de las operaciones intelectuales abstractas o formales, de la formación de la personalidad y de la inserción afectiva e intelectual en la sociedad de los adultos. Adolescencia. la formación de la per

Cada uno de estos períodos o estadios está caracterizado por la aparición de estructuras originales, cuya construcción le distingue de los estadios anteriores. Lo esencial de esas construcciones sucesivas permanece al aparecer los nuevos períodos, y en forma de subestructuras sobre las cuales habrán de edificarse los nuevos caracteres. Las características primordiales de cada período se estudiarán en el capítulo 3, ya asociadas a las estructuras lógicas de razonamiento que el individuo va alcanzando en su desarrollo intelectual.

A través del tiempo y de los diferentes autores que han
viduo

tratado las teorías de Piaget, los períodos han sido enunciados de diversas maneras (Tabla I). Si bien, obviamente han mantenido su orden natural, se han ampliado o reducido dependiendo de los distintos enfoques con que se han empleado. Así, en un libro escrito por Jean Piaget en colaboración con la señorita Barbel Inhelder (2), donde se describen ampliamente diversas situaciones experimentales con niños y jóvenes, cuyas edades oscilan entre los 5 y los 16 años de edad, no se estudia el primero de los períodos y, por otra parte, las etapas restantes se desglosan en subniveles para facilitar la comparación de las conductas observadas. Por ejemplo, el Estadio Formal, se subdivide en los niveles III A (11-12 a 14 años de edad) y III B (14-15 años de edad). Este tipo de estudio presenta aspectos positivos y negativos, ya que si bien por un lado al señalarse diferencias marcadas entre los niveles establecidos, se ayuda a la comprensión de la teoría, por otra parte, generalmente se requiere un análisis muy detallado para colocar una conducta dada en uno u otro nivel, toda vez que ambos pertenecen a un mismo estadio. Esta situación, aunada a la complicada, aunque en ocasiones necesaria, forma de redactar las observaciones experimentales, da como resultado que la obra sea bastante pesada para el lector no especializado en ciencias fisicoquímicas, ni especialmente familiarizado con el lenguaje piagetiano. Es recomendable, por lo tanto, que antes de estudiar los trabajos de Piaget-Inhelder, se lean obras introductorias como las de Lerbort (3) o el mismo Piaget (8).

En la 2a. parte del trabajo se sigue la división de esta-

dios utilizada por Mc. Kinnon y Renner (9), ya que se ha observado que es la que mejor se adapta a un estudio donde se pretende comparar el desarrollo intelectual del individuo, con las aptitudes necesarias para adquirir en forma integral un conocimiento científico. Estos autores, intercalan entre los períodos 3° y 4° una etapa de transición: el período Post-Concreto. De esta manera se facilita el estudio de las aptitudes y conductas que presentan los individuos que cursan materias científicas a nivel de licenciatura, objetivo principal de este estudio.

A reserva de tratar más ampliamente las relaciones entre estructuras y aprendizaje en el capítulo 4, es conveniente aclarar la forma en que Piaget concibe el desarrollo intelectual por etapas sucesivas. El, definitivamente no considera que el individuo alcance las diferentes estructuras de pensamiento, en una forma aislada. En todo momento se consideran los factores que rodean al sujeto como determinantes en su desarrollo. A pesar de que esto ya se había sugerido al principio de este capítulo, al hablar sobre la influencia del medio físico y social, es necesario ahondar un poco más en este terreno, aparentemente olvidado en los últimos artículos aparecidos sobre las teorías de Jean Piaget (11), (12).

Nadie mejor que el eminente psicólogo suizo para aclarar sus propios puntos de vista: "Como hemos entrevisto, existe, a

partir del período preverbal*, un estrecho paralelismo entre el desarrollo de la afectividad y el de las funciones intelectuales, ya que se trata de dos aspectos indisociables de cada acto: en toda conducta, en efecto, los móviles y el dinamismo energético se deben a la afectividad, mientras que las técnicas y el acoplamiento de los medios empleados constituyen el aspecto cognoscitivo (sensorio-motor o racional). No existe, pues, ningún acto puramente intelectual (intervienen sentimientos múltiples, por ejemplo en la resolución de un problema matemático: intereses, valores, impresiones de armonía, etc.) y no hay tampoco actos puramente afectivos (el amor supone la comprensión), sino que siempre y en todas partes, tanto en las conductas relativas a los objetos como en las relativas a las personas, ambos elementos intervienen porque uno supone al otro. Lo que hay son espíritus que se interesan más por las personas que por las cosas o las abstracciones y otras a la inversa, y ello es la causa de que los primeros parezcan más sentimentales y los otros más secos, pero se trata simplemente de otras conductas y otros sentimientos, y ambos emplean necesariamente a la vez su inteligencia y su afectividad" (8).

*Se refiere aquí Piaget al estadio de la inteligencia sensorio-motriz o práctica (anterior al lenguaje) donde señala la aparición de las regulaciones afectivas elementales y de las primeras fijaciones exteriores de la afectividad. Ver Tabla I.

T A B L A I.

B. Inhelder y J. Piaget (2)

PERICDO SENSORIOMOTOR

No se incluye en esta obra

(Esta obra está basada en el análisis de las conductas que presentan niños y jóvenes de diferentes edades. Los niños más pequeños tenían 4 años de edad).

ESTADIO I

Hasta los 7 años de edad.

Subestadio I-A

(4 - 5)

Subestadio I-B

(5 - 7)

ESTADIO II

Operaciones Concretas

Subestadio II-A

(7 - 9)

Subestadio II-B

(9 - 11)

SUBESTADIO III

Operaciones Formales

Subestadio III-A

(11,12 - 14,15)

Subestadio III-B

(14 - 15)

J. Piaget (8)

ESTADIO DE LOS REFLEJOS O MONTAJES HEREDITARIOS.

ESTADIO DE LOS PRIMEROS HABITOS MOTORES

0 - 24 meses de edad.

ESTADIO DE LA INTELIGENCIA SENSORIO-MOTRIZ

(2 - 7)

ESTADIO DE LA INTELIGENCIA INTUITIVA.

(7,8 - 11,12)

ESTADIO DE LAS OPERACIONES INTELECTUALES CONCRETAS

(Adolescencia)

ESTADIO DE LAS OPERACIONES INTELECTUALES ABSTRACTAS

Los números entre paréntesis, indican las edades en años que aproximadamente delimitan cada período o estadio. Excepto los que se encuentran a un lado de los autores, que indican la referencia bibliográfica correspondiente.

T A B L A I. (Cont.)

G. Lerbert (3)

ESTADIOS

El ejercicio de los reflejos

Los primeros hábitos

Los primeros aprendizajes

La coordinación de los esquemas

El descubrimiento de nuevos medios

Invención de nuevos medios por combinación mental

PERIODO
SENSO-MOTRIZ

0 a 20, 24
meses de
edad.

PERIODO PREOPERATORIO. LA PRIMERA INFANCIA.
2 a 7 años de edad

PERIODO OPERATORIO CONCRETO
7, 8 a 11,12 años de edad

PERIODO DE LAS OPERACIONES FORMALES:
HIPOTETICO-DEDUCTIVAS.
Adolescencia.

Mc. Kinnon - Renner (13)

PERIODO SENSO-MOTRIZ

PERIODO PRE-OPERATORIO

(los dos primeros períodos se toman sólo como un antecedente necesario para estudiar las siguientes etapas del desarrollo).

PERIODO DEL PENSAMIENTO CONCRETO

PERIODO DEL PENSAMIENTO POST-CONCRETO
(no tiene características propias. Es sólo una etapa de transición).

PERIODO DEL PENSAMIENTO FORMAL

No se definen los límites de edad correspondientes a cada etapa, pues precisamente se trata de establecerlos mediante la aplicación de pruebas diversas. De aquí que sea ésta la división empleada en el presente estudio.

CAPITULO 2.

LOGICA Y DESARROLLO.

Ya se mencionaba en el capítulo anterior, que los resultados de la investigación de Piaget y sus colaboradores, muestran que el desarrollo intelectual, y de hecho el desarrollo psicológico en general, es el producto de un equilibrio constante entre factores internos y externos.

A lo largo del desarrollo de un individuo, se observarán conductas aparentemente diversas. Sin embargo, un estudio cuidadoso revelará una serie de constantes que permiten distinguir un conjunto de estadios sucesivos, cada uno de ellos caracterizado por rasgos específicos.

En la conducta del sujeto se pueden observar regularidades, es decir, que el sujeto, aunque él mismo no se percate de ello, actúa de acuerdo con ciertas reglas. Queda así manifiesto que la inteligencia de un individuo no está constituida únicamente de conductas aisladas, sino que posee una estructura que le permite organizar sus actos frente al medio que lo rodea. Ahora bien, si el sujeto opera de acuerdo con una serie de reglas que rigen su conducta, cabe suponer que está utilizando una "lógica". De aquí, puede verse la conexión entre la organización intelectual del individuo y los sistemas lógicos formalizados.

Antes de seguir adelante es preciso hacer la aclaración, misma que hace Piaget en alguna de sus obras (7) "(de que) NO se pretende averiguar cómo se pueden formalizar teorías psicológicas por medio de la lógica, sino estudiar la aplicación de técnicas lógicas a los hechos psicológicos mismos, y especialmente a las estructuras mentales que se encuentran a diferentes

niveles del desarrollo intelectual. El interés de este problema es a la vez teórico y práctico. Desde el punto de vista teórico, es importante preguntarse qué tipo de correspondencia hay entre las estructuras descritas por la lógica y los procesos reales de pensamiento estudiados por la psicología. La cuestión de si las estructuras y las operaciones de la lógica corresponden a algo en nuestro pensamiento real, y de si este último se rige por leyes lógicas, es todavía una cuestión abierta. Desde el punto de vista práctico, es importante averiguar de qué modo la lógica puede ayudar al desarrollo de la investigación psicológica".

Es el aspecto práctico el que habremos de considerar en el transcurso de esta discusión.

ETAPAS DEL DESARROLLO INTELECTUAL.

A través de numerosas obras y, principalmente, en el libro escrito con Inhelder, Piaget ha podido establecer una correspondencia definida entre el desarrollo intelectual del individuo y los mecanismos que dicho individuo emplea al resolver los problemas que se le presentan.

Así, por ejemplo, solo hasta cierta edad se considera que el niño empieza a utilizar mecanismos estructurados de pensamiento, en vez de realizar simples acciones aisladas. A estos mecanismos se les conoce como "OPERACIONES".

Desde el punto de vista psicológico, las operaciones son acciones interiorizables, reversibles y coordinadas en sistemas caracterizados por leyes que se aplican al sistema como un todo.

Se dice que son interiorizables, puesto que se pueden ejecutar mentalmente sin perder su caracter original de acciones. Son reversibles, ya que cada operación se puede invertir inmediatamente, por ejemplo combinar y luego disociar. Sin embargo, el punto fundamental es que la operación está integrada a un todo, es decir, esta incorporada a una estructura lógica de pensamiento.

De la mayor o menor medida en que las acciones del sujeto se encuentran conectadas en forma de "todos estructurados", dependerá su capacidad de enfrentar y solucionar situaciones de toda índole.

Como se apuntaba en el capítulo anterior, se pueden considerar cuatro estadios fundamentales en la construcción de las operaciones:

A) El Período Sensorio-Motriz.-

Este período, que va del nacimiento a la adquisición del lenguaje, está marcado por un desarrollo mental extraordinario. En ocasiones se toma poco en cuenta, debido principalmente a que la ausencia de palabras impide seguir paso a paso el desarrollo de la inteligencia. Sin embargo, este período es fundamental para la evolución psíquica ulterior, ya que durante él, utilizando sus primeras percepciones y movimientos, el niño se incorpora a todo el universo práctico que lo rodea.

En realidad, la inteligencia aparece mucho antes que el lenguaje, esto es, mucho antes que el pensamiento interior que supone el empleo de signos verbales. Pero se trata de una inteli-

gencia exclusivamente práctica, aplicada a la manipulación de objetos, como un conjunto de acciones aisladas que Piaget llama "esquemas de acción". Un ejemplo sería que el niño utilice un gancho para atraer algún objeto un poco alejado.

Esta inteligencia práctica no tiene carácter operatorio, en la medida en que las acciones del niño no han sido todavía interiorizadas, esto es, no han sido incorporadas a un esquema de pensamiento.

B) El Período Pre-Operatorio.-

Se inicia con la aparición del lenguaje y de aquí ya pueden suponerse los grandes cambios que se presentan en la conducta del niño.

Gracias al lenguaje, se adquiere la capacidad de reconstruir las acciones pasadas y de anticipar las acciones futuras, mediante representaciones verbales. De aquí se derivan tres consecuencias fundamentales:

- a) Se hace posible la comunicación con otros individuos, esto es, la acción tiende a socializarse.
- b) Al haber una interiorización de la palabra, aparece el pensamiento propiamente dicho.
- c) La acción, antes puramente perceptiva y motriz, puede ahora reconstruirse en el plano intuitivo de las imágenes y de las "experiencias mentales".

Así, el niño ahora se enfrenta, ya no sólo con el universo físico como antes, sino con dos terrenos nuevos: el mundo social y el mundo de las representaciones interiores. Sin embar-

go, el proceso de socialización es lento. Todavía durante algún tiempo el niño tendrá una concepción egocéntrica del universo que lo rodea. En consecuencia, todo lo asimila desde su propio punto de vista y no trata -ni le interesa- relacionar sus conceptos con los de los demás. Por supuesto, esta situación entorpece su razonamiento y reduce en mucho su campo de atención. Sus juicios son absolutos y no relativos, no maneja las relaciones ni puede aplicar estructuras lógicas.

"Cuando preguntamos algo a niños de menos de siete años, nos sorprende siempre la pobreza de sus pruebas, su incapacidad de fundar las afirmaciones, e incluso su dificultad para reconstruir retrospectivamente la forma en que han llegado a ellas". (8)

En este período, el niño sustituye a la lógica por la intuición, una forma de pensamiento sometida a la percepción. Por ejemplo, cuando el niño de 4 a 6 años transvasa líquido de un vaso de cristal a otro vaso de forma diferente, de tal manera que cambia la altura del nivel del líquido, cree que la cantidad real que hay en el vaso aumenta o disminuye en el curso del proceso de transvase.

Por otra parte, a los juicios del niño acerca de la cantidad les falta la transitividad sistemática. Si se le dan dos cantidades iguales A y B, y luego dos cantidades B y C también iguales, el niño reconoce la igualdad por parejas ($A = B$ y $B = C$) pero se niega a reconocer que por lo tanto $A = C$ y no acepta esta igualdad hasta que se le muestran ambas can-

titades y puede compararlas directamente.

Este período, al igual que el anterior, puede ser analizado mucho más detalladamente. Principalmente, no se ha hecho referencia al desarrollo del niño en el terreno afectivo, aspecto en el que la obra de Piaget es tan amplia como interesante. Para mayor información pueden consultarse las obras de Piaget (8) o de Lovell (4).

Se enfoca este trabajo al estudio del desarrollo intelectual en individuos mayores de 13 años y por tanto, se han tratado las dos primeras etapas en forma superficial y sólo como un antecedente necesario para exponer los dos últimos períodos de desarrollo:

C) Período de las Operaciones Intelectuales Concretas.

El inicio de esta etapa, generalmente se presenta entre los 7 y 8 años de edad, cuando el niño comienza a liberarse de su egocentrismo social e intelectual y adquiere, simultáneamente, los esquemas que serán los cimientos para la construcción de un sistema lógico de pensamiento.

Afectivamente, empieza a tener voluntad, es decir, a regular de forma reversible su energía afectiva, reforzando el deber cuando el deseo parece imponerse sobre él. Mentalmente, asimila en sistemas coherentes la relación entre los objetos por encima de su simple aspecto figurativo. El niño puede ahora reflexionar sobre su propio pensamiento y regularlo, esto es, toma conciencia de las series sucesivas de acción en su mente. El pensamiento es ahora sistematizado, lógico o inte-

riormente consistente, y está constituido por acciones mentales que tienen una estructura fuerte y definida. Es este tipo de acciones lo que al principio del capítulo se definió por OPERACIONES.

De lo anterior, se puede concluir que el pensamiento operacional concreto tiene que poseer algunas propiedades y, a menos de que se encuentren éstas presentes, el pensamiento tendrá que mostrar inconsistencias. Tales propiedades son leyes comunes de conjuntos:

- 1) Cierre o composición. Cualesquiera dos operaciones de un conjunto pueden combinarse para formar una tercera operación perteneciente a ese mismo conjunto.

Ejemplo: $3 + 2 = 5$

- 2) Reversibilidad. Para toda operación existe una operación opuesta que la cancela.

Ejemplo: $3 + 2 = 5$ y $5 - 2 = 3$

- 3) Identidad. Al combinarse una operación con su opuesta, el resultado es la operación nula o idéntica.

Ejemplo: $3 + 2 - 2 = 3$

- 4) Asociatividad. Las operaciones pueden asociarse entre si de todas las maneras, esto es, la misma meta puede alcanzarse por diferentes caminos.

Ejemplo $(3 + 2) - 1 = 3 + (2 - 1)$

En forma general, las "agrupaciones" elementales que constituyen las únicas estructuras de conjunto accesibles en el nivel de las operaciones concretas, se caracterizan por dos particula-

ridades esenciales que las oponen a las estructuras formales:

- 1) Constituyen sistemas de redes o encadenamientos simples o múltiples, pero sin una combinatoria que vincule término a término los diversos elementos presentes. Esto es, con la ayuda de las operaciones concretas, el individuo puede clasificar, ordenar en series, formar igualdades o establecer correspondencias entre objetos, pero estas operaciones no estarán combinadas en un solo "todo estructurado".
- 2) Las operaciones no están todavía completamente disociadas de los datos concretos a los que se aplican. En otras palabras, las operaciones se desarrollan por separado en cada campo, y tienen como resultado una progresiva estructuración de estos campos, sin que se alcance una generalidad completa.

Consecuencia de lo anterior, es que el estudiante que se encuentra en este período de desarrollo, en muchas ocasiones sea incapaz de plantear un análisis correcto de variables durante el transcurso de un experimento.

Como aclaración al punto del desarrollo por campos separados, se presenta a continuación un breve ejemplo (3)

"Si se le presentan a un niño dos bolitas de arcilla reconocidas como equivalentes (hay en ellas la misma cantidad de pasta) y transforma una de ellas en pequeños trozos, dándole forma de chorizo o de torta, sin deformar la otra, solamente hacia los siete años es cuando el niño empieza a reconocer que la transformación no modifica la cantidad de pasta (conservación

de la sustancia).

Es preciso todavía esperar dos años, aproximadamente, para que se conserve su equivalencia de pesos, constatada por una balanza; es decir, para que el niño prevea (la conservación del peso) antes de la transformación de una de las dos bolas.

Es preciso esperar todavía dos años y medio para que la equivalencia de volúmenes, evidenciada inicialmente por la inmersión de las bolitas en dos vasos idénticos, elevando por igual el nivel del líquido, sea consumada".

En conclusión, durante este período los progresos del individuo son considerables en todos los terrenos. Ahora, con la capacidad de conservación y el concepto de reversibilidad, el pensamiento prevalece sobre las percepciones.

Pero esta liberación de la realidad no es completa. Conforme a la ley de las transformaciones, el sujeto es capaz de operar con datos concretos, pero no de especular verbalmente con datos completamente interiorizados. Siempre ligadas a lo concreto, las agrupaciones operatorias no proceden todavía sino en forma disociada, de próximo a próximo.

Desde el punto de vista psicológico, esto significa que las operaciones no han alcanzado todavía un completo desarrollo, lo cual no tendrá lugar hasta el siguiente estadio:

D) Período de las Operaciones Intelectuales Abstractas o Formales.

A medida que el pensamiento del individuo se va desligando de lo real para integrarse al universo de las transformacio-

nes posibles, a la vez que las operaciones lógicas comienzan a ser transpuestas del plano de la manipulación concreta al plano de las meras ideas, van apareciendo las primeras estructuras que integrarán el sistema de las operaciones abstractas o formales.

Generalmente, se plantea que este último período del desarrollo intelectual, empieza a generarse alrededor de los once o doce años de edad para alcanzar una meseta de equilibrio cerca de los 15 años. Sin embargo, estos límites cronológicos no pueden marcarse en forma exacta, ya que en ellos intervienen numerosos factores. Esto resulta lógico al tomar en cuenta que el inicio de este período, coincide con profundas transformaciones físicas y emocionales del sujeto y que, por lo tanto, el medio físico y social tendrán una influencia definitiva tanto en el desarrollo en si, como en el lapso de tiempo necesario para que este se lleve a cabo.

De esta manera, la adquisición de las estructuras formales de pensamiento, o mas sencillamente del "pensamiento formal", puede relacionarse con el desarrollo integral de la personalidad del adolescente. Se presentan a continuación las características principales de este cuarto y último período:

1. Inversión de sentido entre lo real y lo posible.

Las operaciones formales aportan al pensamiento un poder completamente nuevo, que equivale a desligarlo y liberarlo de lo real para permitirle edificar a voluntad reflexiones y teorías.

El sujeto del nivel concreto, cuando se enfrenta a un pro-

blema dado, se ciñe a los datos que se le proporcionan y logra establecer correspondencias entre ellos, pero no aísla los factores que intervienen ni emprende una investigación sistemática. Como resultado, en muchas ocasiones, la comprensión del problema es deficiente, el análisis incompleto y los resultados obviamente poco satisfactorios.

Por el contrario, los individuos del nivel formal no se limitan a tener en cuenta sólo aquellas relaciones entre los elementos dados, que aparentemente se les imponen, sino que buscan desde un principio englobar esas relaciones, en apariencia reales, dentro del conjunto de las relaciones concebidas como posibles. Así, inician la construcción de un conjunto de hipótesis entre las que deberá elegir la adecuada mediante un proceso deductivo. Por este motivo, esta etapa de las operaciones formales es también llamada de las operaciones "hipotético deductivas".

"En efecto, el pensamiento formal es esencialmente hipotético deductivo: la deducción ya no se refiere de modo directo a las realidades percibidas, sino a enunciados hipotéticos, es decir, a proposiciones que formulan las hipótesis o plantean los datos a título de simples datos, independientemente de su carácter actual: la deducción consiste entonces en vincular entre sí esas presuposiciones extrayendo sus consecuencias necesarias incluso cuando su verdad experimental no vaya más allá de lo posible. Esta inversión de sentido entre lo posible y lo real, más que cualquier otra propiedad subsecuente, es la que

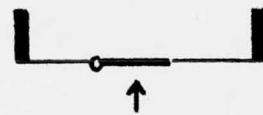
caracteriza al pensamiento formal" (2).

2. Inversión y reciprocidad. El grupo INRC.

Para obtener una comprensión integral de un "sistema-problema" determinado, es importante que el individuo sea capaz de desarrollar operaciones reversibles. Ahora bien, desde el punto de vista estructural, la reversibilidad (posibilidad permanente de que una vez realizada una operación pueda retornarse al estado inicial), se presenta bajo dos aspectos distintos y complementarios: puede volverse al punto de partida realizando una INVERSION o NEGACION, esto es, mediante una operación que anule la acción realizada. De aquí, se tiene que el producto de la operación directa y su inversa es entonces la "operación nula o idéntica". Pero también se puede regresar al punto inicial, contrarrestando los efectos de una acción dada, lo que constituye una RECIPROCIDAD. Así, el producto de dos operaciones recíprocas es entonces no una "operación nula" sino una "equivalencia".

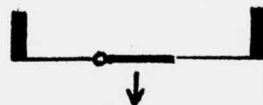
Por ejemplo, sea la operación directo o IDENTICA (I):

Empujar una puerta giratoria hacia el interior de una habitación.



La operación inversa o NEGACION (N) será:

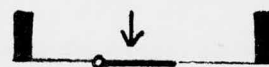
Tirar de la puerta giratoria, (hacia afuera).



Puede observarse fácilmente que la combinación de ambas opera-

ciones, no produce efecto alguno, constituyéndose así una OPERACION NULA. Por otra parte, existe la operación RECÍPROCA (R), que es una fuerza que contrarresta los efectos de la operación directa:

Empujar la puerta giratoria desde el interior de la habitación.



Y el producto de las operaciones recíprocas es una EQUIVALENCIA. Existe también una operación correlativa (C) que es la inversa de la recíproca, o sea:

Tirar de la puerta desde el interior de la habitación.



De lo anterior pueden obtenerse las cuatro transformaciones conmutativas, conocidas como el grupo INRC:

$$CN = R \qquad CR = N \qquad RN = C \qquad RNC = I$$

donde, por ejemplo, $CN = R$ se traduce como "la negación de la correlativa es la recíproca".

En este aspecto, existe una diferencia notable entre las estructuras de conjunto formales y las concretas: mientras que las primeras logran reunir inversiones y reciprocidades en un sistema único de transformación (el grupo INRC), los sistemas propios de las operaciones concretas o "agrupaciones" de clases y relaciones, provienen o bien de la inversión (clases) o bien de la reciprocidad (relaciones), sin que se constituya una síntesis general de estas dos formas de reversibilidad.

Sería imposible presentar aquí toda la obra de Piaget en este campo, ampliamente tratado en los capítulos finales de su obra escrita en colaboración con Inhelder (2)*. La razón de haber expuesto un breve resumen, es la importancia que tiene el concepto de las transformaciones en el análisis de variables para un "sistema-problema" determinado. Hasta que las operaciones se hacen integralmente reversibles, el sujeto observa la necesidad de mantener todos los factores constantes excepto aquél cuyos efectos habrán de observarse.

3. Lógica de las proposiciones.

Una característica más del pensamiento formal, es su referencia a elementos verbales y ya no directamente a objetos. A menudo, basta traducir en simples proposiciones una operación concreta, sin presentarle al sujeto objetos manipulables que sirvan de apoyo a esta operación, para que el grado de dificultad aumente notoriamente. Como ejemplo, puede citarse el resultado obtenido para la pregunta 3-1 del cuestionario 1-A de pensamiento formal (ver Cap. 5):

"Rosa es más alta que Julia, pero Rosa es más baja que María.

¿Quién es la más alta de las tres?

*En especial, no se ha hecho referencia al sistema de las 16 operaciones binarias: conjunción ($p.q$), incompatibilidad (p/q), disyunción ($p \vee q$), etc. Dados los objetivos de este trabajo, se ha considerado innecesario analizar en detalle estas operaciones y sólo se tomará en cuenta su efecto global, que es el de construir un sistema de operaciones reversibles.

Esta pregunta, aparentemente sencilla, sólo es contestada correctamente por el 75.6% de los alumnos examinados a nivel de 3o. de Secundaria (aprox. 15 años de edad).

Al sustituirse los objetos por enunciados verbales, a la lógica de clases y relaciones que afectan a aquellos, se le superpone una nueva lógica: la LOGICA DE LAS PROPOSICIONES, propiedad fundamental del pensamiento formal.

"... la lógica de las proposiciones se manifiesta bajo sus formas más características tanto en presencia de dispositivos experimentales, como ante problemas puramente verbales. En este caso, en vez de remitir el razonamiento a datos ya formulados en su totalidad, se impulsa por el contrario al sujeto a plantearse sus propios problemas y a elaborar sus propios métodos.

"... Lo característico de la lógica de las proposiciones, a pesar de las apariencias y de la opinión corriente, no reside en el hecho de ser una lógica verbal: se trata ante todo de una lógica de todas las combinaciones posibles del pensamiento, ya surjan éstas a propósito de problemas experimentales o a propósito de cuestiones puramente verbales" (2).

4. Operaciones de segundo orden.

Una cuarta característica del pensamiento formal, es que constituye un sistema de operaciones a la segunda potencia. Las operaciones concretas son de primer orden en el sentido de que se refieren directamente a los objetos: por ejemplo, la construcción de relaciones entre elementos dados. Por otra parte, al construirse relaciones entre relaciones, o sea, proporciones,

se estarán formando operaciones de segundo orden.

Conclusiones.-

Puede observarse que las propiedades anteriormente enunciadas no son independientes, sino que, por el contrario, hay estrechas relaciones entre ellas. Así, como se estableció en el punto 4, las operaciones de proporción son de segundo orden, pero también lo son las operaciones de combinación: las permutaciones son seriaciones de seriaciones; las combinaciones, multiplicaciones de multiplicaciones, etc. Ahora bien, quedó establecido que la lógica de las proposiciones se caracteriza esencialmente no por ser una lógica verbal sino por suponer necesariamente un poder combinatorio. Por otra parte, la oposición entre las operaciones combinatorias y las no combinatorias se basa en la diferencia entre lo posible y lo real, pues sólo una combinatoria integral incorpora el conjunto de los posibles. En el terreno experimental, la búsqueda de las nuevas combinaciones iniciará la formulación de las hipótesis.

Finalmente, se debe tener presente que de forma paralela a la elaboración de las operaciones formales y el perfeccionamiento de las estructuras del pensamiento, se desarrolla la vida afectiva del adolescente.

"En efecto, si la adolescencia es la edad de la inserción de los individuos en período de formación en el cuerpo social adulto, esta adaptación social decisiva implicará entonces, en correlación con el desarrollo de las operaciones proposicionales o formales que aseguran su estructuración intelectual, las

dos transformaciones fundamentales que exige la socialización afectiva adulta: sentimientos referidos a ideales que se suman a los sentimientos entre las personas, y formación de personalidades caracterizadas por el rol social y la escala de valores que se asignan (y ya no sólo por la coordinación de los intercambios que mantienen con el medio físico y las otras personas) (2).

En la tabla II puede encontrarse un cuadro comparativo de las aptitudes que desarrolla un individuo al situarse en un nivel determinado de razonamiento.

Tabla II. Razonamiento Concreto Vs. Razonamiento Formal.

En el razonamiento concreto, el individuo:

- Necesita referirse a acciones familiares, objetos y propiedades observables.
- Usa la clasificación, la conservación, el ordenamiento en series y la correspondencia uno a uno en relación a los términos del inciso anterior.
- Necesita seguir instrucciones paso a paso para desarrollar un proceso largo.
- No es consciente de su propio razonamiento, de las incongruencias entre varios postulados o de las contradicciones con otros hechos conocidos.

En el razonamiento formal, el individuo:

- Puede razonar con conceptos, relaciones, propiedades abstractas, axiomas y teorías.
- Emplea símbolos para expresar ideas.
- Aplica la combinación, clasificación, conservación, ordenamiento en series y razonamiento proporcional en las formas abstractas de pensamiento.
- Puede planear un proceso largo tomando en cuenta los objetivos y los recursos.
- Es consciente y crítico de su propio razonamiento. Confronta la validez de sus conclusiones respecto a otras informaciones.

Tomado del Módulo 9 de Science Teaching and the Development of Reasoning Workshop Materials, (ver Apéndice I).

CAPITULO 3.

LAS OPERACIONES EN EL APRENDIZAJE.

Una vez planteadas las bases de la teoría de Jean Piaget respecto al desarrollo intelectual, el punto inmediato a tratar será el de establecer las relaciones entre dicha teoría y el aprendizaje de las ciencias, especialmente de la química.

¿Es la adquisición del pensamiento formal un factor decisivo en el aprendizaje de la química y otras ciencias afines?

Definitivamente sí, y el objetivo principal es demostrarlo. Para ésto, será necesario retomar, paso por paso, las características que distinguen las operaciones concretas de las formales llevándolas al terreno de la ciencia y la experimentación.

En primer lugar, ¿de qué manera podrían englobarse las propiedades de las operaciones formales dentro de un sólo concepto que facilitara su estudio? Podría hablarse de pensamiento "creativo", "lógico", etc. Pero ninguno de estos conceptos daría una imagen tan clara y precisa como:

CAPACIDAD DE ABSTRACCION

En efecto, una definición común de abstracción es "Operación intelectual, que consiste en separar, mentalmente, lo que en la realidad no puede separarse" (9). Y esta es la esencia del pensamiento formal: Aislar un efecto, separándolo del sistema en el que se produce, observar transformaciones virtuales y llevar el razonamiento más allá de la realidad percibida.

Así, es evidente que en química se manejan multitud de abstracciones: energía interna, orbitales, ecuación de onda y hasta términos comunes como electrones y protones. Conceptos desligados de una realidad observable y que por tanto requieren un tratamiento formal.

Cuando un individuo que no ha desarrollado la capacidad de abstracción se enfrenta a alguno de los términos mencionados, obviamente choca contra una muralla invisible. Al no lograr comprender, optará por memorizar definiciones, que al poco tiempo habrá olvidado o confundido.

En conocido libro de Termodinámica elemental se afirma: "Antes de pasar a las aplicaciones de la función energía, es natural preguntarse, ¿qué es realmente la energía interna?, ¿qué factores mecánicos la constituyen? Estas preguntas, al menos en lo que a Termodinámica concierne, nunca han necesitado responderse, ya que la Termodinámica no ofrece ni requiere de ninguna interpretación detallada de las funciones de estado, tales como presión, volumen, temperatura o energía. En todo caso, para aquellos que quisieran sentirse más seguros respecto al concepto de energía interna, tendríamos que referirnos a la teoría atómica de la materia y decir que, la energía cinética de cada molécula, la energía potencial debida a la interacción molecular y, las energías cinética y potencial de los electrones y núcleos dentro de cada molécula, todas estas energías, contribuyen a la energía interna de una sustancia" (5).

Puede verse que el concepto es definitivamente formal y no será comprendido hasta que el individuo sea capaz de crear un

modelo atómico en su mente.

Pero no sólo en el campo teórico de los conceptos y definiciones, el pensamiento formal es de gran utilidad. También es de fundamental importancia en el diseño de experimentos y el análisis de variables. Al respecto hay un conocido experimento reportado por Piaget-Inhelder (2):

Se le presentan al individuo cuatro frascos semejantes, que contienen líquidos incoloros e inodoros, esto es, aparentemente idénticos y que contienen respectivamente:

- (1) Acido sulfúrico diluído - H_2SO_4
- (2) Agua - H_2O
- (3) Agua oxigenada o peróxido de hidrógeno - H_2O_2
- (4) Solución de tiosulfato de sodio - $Na_2S_2O_3$

Se le da también una botella con cuentagotas que contiene Yoduro de potasio (KI) y que Piaget llama "g".

La reacción buscada es la producida al unir las sustancias 1, 3 y "g": $H_2SO_4 + H_2O_2 + 2 KI \rightarrow K_2SO_4 + 2 H_2O + I_2$

donde la liberación del yodo imparte un color amarillo a la solución.

Si a esta mezcla se añade la solución 4 :



y el color amarillo desaparece. El agua no produce ningún efecto. Así el sujeto se enfrenta a un sistema de cinco variables, tres de efecto directo (1, 3 y "g"), una de efecto inverso (4) y una irrelevante (2).

En la experiencia, sólo se presentan dos vasos al sujeto, uno contiene (1 + 3), el otro (2). Se ponen unas gotas de "g" en ambos vasos y se muestran los diferentes resultados. Entonces simplemente se le pide al examinado, que desconoce el contenido de los frascos, que produzca de nuevo el color amarillo utilizando como desee las cinco soluciones.

Los resultados indican que sólo quienes han alcanzado el nivel de las operaciones formales, emplean un método sistemático de combinaciones para descubrir la mezcla buscada. En caso contrario, se limitan a hacer mezclas al azar, tanteos incompletos, etc. Ahora bien, si esto sucede en un experimento sencillo, ¿qué se puede esperar en métodos más complejos? La situación no llega al desastre porque generalmente las prácticas de laboratorio no requieren que el alumno razone. Simplemente se mezclan sustancias conocidas por métodos conocidos para obtener productos perfectamente definidos. Probablemente lo único que el alumno aprende es a conocer el material del laboratorio.

En el campo de la física, puede mencionarse el problema del péndulo (2):

La técnica consiste en presentar un péndulo bajo la forma de un sólido suspendido de un hilo y proporcionar al sujeto algo que le permita hacer variar la longitud del hilo, los pesos de los objetos suspendidos, la altura de caída, etc. El problema consiste en encontrar los factores que condicionan la frecuencia de la oscilación.

De hecho, sólo pueden alcanzar la solución correcta quienes razonan que para observar el efecto de un factor determinado, por

ejemplo la longitud del hilo, será necesario mantener constantes todos los demás factores que pudieran influir. Esto es, el sujeto deberá aplicar un sistema de operaciones reversibles: el grupo INRC, que se había mencionado en el capítulo anterior como una de las características principales de las operaciones formales.

En el aspecto matemático, Lovell (4) afirma:

"Al aparecer la capacidad de formular relaciones de segundo orden*, el adolescente puede construir una clase de concepto enteramente nueva. Pongamos por ejemplo el esquema de la proporción. Una analogía de la forma 3:7 como 15:35 envuelve una determinada relación entre los dos primeros términos, una determinada relación entre la segunda pareja de términos y el establecimiento de una relación de identidad entre estas dos relaciones. La estructura lógica de tal sistema es exactamente paralela a la de un enunciado de proporcionalidad. Hay muchos testimonios experimentales**, aparte de la experiencia en el aula, de que la proporción comienza a entenderse alrededor de los 14 a 15 años de edad. Alumnos notablemente capaces pueden captarla a los 12 años; los niños menos inteligentes nunca la llegan a captar".

Desafortunadamente, todo parece indicar que Lovell tiene razón al decir que determinados sujetos nunca comprenden las propor

* Ver capítulo 3.

**Cita aquí su obra: Lovell, K. y Butterworth, I.B. Abilities Underlying the Understanding of Proportionality, - Mathematics Teaching -, Núm. 37, 1966.

ciones. Lo mismo sucede con otros campos de las operaciones formales. En el presente trabajo se examinaron individuos mayores de 25 años y los resultados que obtuvieron fueron decepcionantemente bajos. La pregunta entonces sería: ¿hay un límite de edad para adquirir los mecanismos del pensamiento formal y, rebasado este límite, ya no hay posibilidades de alcanzar un razonamiento completamente desarrollado? ¿O bien todo se debe a factores internos de ciertos sujetos? Por el momento no se puede dar una respuesta definitiva pues no se cuenta con suficientes datos. En todo caso, he aquí un buen punto de partida para una futura investigación.

A manera de resumen, en la Tabla III se presentan algunas diferencias básicas que se presentan entre los individuos que operan a un nivel concreto de razonamiento y aquellos que ya han alcanzado el nivel de las operaciones formales.

Hasta la fecha, se han desarrollado algunas investigaciones en el extranjero, encaminadas a verificar la relación existente entre las teorías de Piaget y, por otra parte, el aprendizaje de las ciencias. Por considerarse de gran interés, se presenta a continuación un resumen de los trabajos más importantes, en orden cronológico:

(1970) L. G. Dale (10).-

Este investigador, del Consejo Australiano para la Investigación Educativa (A.C.E.R.), emplea una muestra de 200 sujetos desde 6 hasta 16 años de edad, dividiéndolos en 10 grupos, integrados cada uno por 10 hombres y 10 mujeres.

La experiencia se realiza en Melbourne, Australia, y la prue-

ba que se aplica es la de "Combinaciones de sustancias químicas incoloras"*.

Los resultados obtenidos por Dale, al compararse con los reportados por Piaget-Inhelder (2), presentan marcadas diferencias en los siguientes aspectos:

1. Edad en que la mayoría de los sujetos alcanzan o empiezan a desarrollar un nivel formal de razonamiento.

Mientras que Piaget-Inhelder reportan una meseta de equilibrio alrededor de los 14-15 años, Dale encontró que sólo un 25% de los sujetos examinados de 15 años de edad re solvieron satisfactoriamente el problema.

2. Influencia del sexo en la adquisición del pensamiento formal.

Dale reporta que las calificaciones obtenidas aumentan con la edad y que, generalmente, dentro de un mismo grupo los hombres obtienen mejores resultados que las mujeres. Es to es, encuentra que el sexo es un factor significativo.

Este es un punto que Piaget-Inhelder no abordan en su obra.

Finalmente, Dale afirma que sus estudios no contradicen la estructura básica de la teoría de Piaget, y que sólo se pretende demostrar que los límites de edad establecidos por el psicólogo suizo y sus colaboradores, no pueden tomarse como definitivos.

En este artículo, Dale parece olvidar que el mismo Piaget ha escrito (2):

"...lejos de constituir una fuente de "ideas innatas" ya

*Esta es la prueba que se presenta en forma resumida unas cuantas hojas atrás.

todas elaboradas, la maduración del sistema nervioso se limita a determinar el conjunto de las posibilidades e imposibilidades para un nivel dado, resulta pues indispensable un cierto medio social para la actualización de estas posibilidades. Esta actualización puede entonces acelerarse o retardarse en función de las condiciones culturales y educativas: por ello, tanto el advenimiento del pensamiento formal como la edad del adolescente en general, vale decir, la inserción del individuo en la sociedad adulta, siguen dependiendo de los factores sociales tanto como y aún más que de los factores neurológicos".

Imposible por lo tanto, comparar a Suiza con Australia. Lo interesante es que el párrafo anterior está tomado de la obra de Piaget que Dale señala como referencia en su artículo.

(1971) J. W. McKinnon, J. W. Renner (13).-

Dentro de los artículos investigados, sin duda es éste el que presenta una investigación más completa y detallada. Como se mencionó en el capítulo 2, de aquí se tomó la división de estadios que se emplea en la 2a. parte del presente trabajo.

El estudio de McKinnon y Renner se basa en aplicar cinco pruebas a 131 estudiantes de primer ingreso a la Universidad de Oklahoma*. Dichas pruebas fueron:

1. Conservación de la cantidad o sustancia**.

* Analizando los datos que presentan se encuentra que la población estudiada constaba de 53 hombres y 78 mujeres.

**Esta es la experiencia con las bolitas de arcilla que se mencionó en el capítulo 3.

2. Igualdad de los ángulos de incidencia y de reflexión*.
3. La flotación de los cuerpos y la eliminación de las contradicciones**.
4. Separación de variables +.
5. Exclusión de variables irrelevantes ++.

Una vez aplicadas las pruebas, se dividió a los estudiantes en dos grupos, uno llamado "Experimental" (69 sujetos) y otro "Control" (62 sujetos). Posteriormente, el primer grupo cursó una especie de seminario que los autores llaman "inquiry-centered science course" #, mientras que, obviamente, el segundo grupo no cursó el seminario. Finalmente, se vuelven a aplicar las pruebas a todos los sujetos.

Los resultados demuestran que los alumnos del grupo "Experimental" obtienen calificaciones más altas que el resto de sus compañeros (ver Tabla IV). Así, afirman McKinnon y Renner -debe aceptarse que un curso diseñado en forma apropiada, puede elevar los patrones de pensamiento lógico en estudiantes de primer ingreso a Universidades, al incrementar su habilidad para formular hipótesis, verificar, reestructurar, sintetizar y predecir.

* Inhelder-Piaget. Capítulo I (2).

**Inhelder-Piaget. Capítulo II (2).

+ Probablemente aplicaron la prueba "La flexibilidad y las operaciones que intervienen en la disociación de los factores". Inhelder-Piaget. Capítulo III (2).

++ Inhelder-Piaget. Capítulo IV. Dispositivo del péndulo (2).

Podría traducirse como "Curso científico basado en preguntas". Desafortunadamente los autores no dan mayores detalles acerca del curso.

TABLA III.

Actividades, que los estudiantes que NO han alcanzado el nivel de las operaciones formales, PUEDEN REALIZAR

Balancear ecuaciones, escribir fórmulas, calcular pesos moleculares, etc., siguiendo una serie de pasos "tipo receta".

A partir de la definición de molaridad, preparar 1 litro de solución 1 M.

Aplicar fórmulas para predecir el efecto de un cambio de temperatura o concentración en la velocidad de reacción.

Seguir un conjunto de reglas para determinar la fórmula empírica de un compuesto.

Actividades, que los estudiantes que NO han alcanzado el nivel de las operaciones formales, NO PUEDEN REALIZAR

Obtener las reglas para el balanceo de ecuaciones, a partir de los principios de conservación de la materia.
Derivar las reglas para escribir fórmulas, a partir de la ley de las proporciones definidas.

Dada la definición de molaridad, preparar 25 ml. de una solución 2.5 M., o bien obtener 1 litro de solución 0.25 M a partir de una solución 3 M.

Explicar los efectos de la temperatura y la concentración en términos de la teoría de las colisiones.

Comprender por qué al seguir determinadas reglas se puede obtener la fórmula empírica de un compuesto.

Tomado del artículo de J.D. Herron, aparecido en la edición de Marzo de 1975 del Journal of Chemical Education.

TABLA IV.

Cuadro Comparativo del Desarrollo de los Procesos Lógicos de Pensamiento en los Grupos Experimental y de Control.

GRUPO	Estadio	Antes del Curso		Después del Curso		Diferencia neta		
		Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Total
EXPERIMENTAL	Formal	4	11	14	16	10	5	15
	Post-Concreto	14	6	17	8	3	2	5
	Concreto	24	10	11	3	-13	-7	-20
GRUPO CONTROL	Formal	4	14	7	17	3	3	6
	Post-Concreto	6	6	11	7	5	1	6
	Concreto	26	6	18	2	-8	-4	-12



Las conclusiones que se presentan en este artículo son por su interés dignas de un comentario más amplio en el capítulo de Conclusiones y Observaciones.

(1977) R.G. Fuller, R. Karplus y A.E. Lawson (11).-

Se presenta aquí un resumen de la teoría del desarrollo intelectual postulada por Piaget, pero sólo se reportan experiencias aisladas con cuatro estudiantes.

Lo valioso del artículo radica en que se proponen dos experiencias para evaluar el pensamiento formal. Una de ellas es la llamada "El Problema de las Islas", que ha sido traducida y es una de las pruebas aplicadas en el presente estudio.

En base al trabajo de estos autores y a un artículo de J.D. Herron (12), han aparecido ya dos escritos en el Boletín del Area de Fisicoquímica (14).

Hasta el momento, salvo los tres artículos que se han mencionado, no se han encontrado reportes de posteriores investigaciones en este campo.

Es necesario enfatizar que uno de los principales motivos que impulsaron a McKinnon y Renner a desarrollar su investigación, según ellos mismos afirman, fue el de que no se habían realizado experiencias con jóvenes estadounidenses pues, de hecho, Inhelder-Piaget se han limitado a trabajar con sujetos suizos y, dada la gran influencia que tiene el medio social en el desarrollo del individuo, era muy probable encontrar diferencias entre ambas sociedades.

Por lo que se encamina este estudio, a investigar la situación del estudiante en México.

2a. PARTE.

LA SITUACION EN MEXICO.

CAPITULO 4.

LA SITUACION EN MEXICO.

En el capítulo anterior, se presentó un resumen de los principales artículos aparecidos hasta febrero de 1977, dentro del ámbito de las teorías de Jean Piaget y su utilidad para investigar problemas de aprendizaje en situaciones concretas.

En el cuadro de la hoja siguiente, se describen las principales diferencias entre este estudio y los trabajos desarrollados con anterioridad.

Además de los aspectos mencionados en dicho cuadro, sólo en este trabajo se consideran simultáneamente cuatro características del sujeto examinado: a) Edad,, b) Sexo., c) Nivel de estudios en que se encuentra y d) en el caso de estudiantes universitarios, el sistema escolar de que provienen.

Otro punto de particular interés radica en la diferencia en el tipo de pruebas aplicadas. Generalmente, se había venido trabajando con pruebas prácticas como las descritas en el capítulo anterior (péndulo, sustancias químicas). Unicamente Fuller y colaboradores (11), en la más reciente de sus investigaciones, han comenzado a emplear pruebas escritas, esto es, "pruebas de papel y lápiz." Estas últimas presentan varias ventajas: requieren menor tiempo para aplicarse, son más sencillas de evaluar y requieren de menos recursos, tanto humanos como económicos. Sin embargo, la máxima virtud de una prueba escrita es que de inmediato coloca al individuo examinado, en un plano de símbo

4.1 CUADRO COMPARATIVO DE CONDICIONES DE TRABAJO.

Estudios Anteriores

- Realizados en países de habla inglesa.
- En el mejor de los casos, el universo estudiado no sobrepasa los doscientos individuos.
- Los sujetos examinados tenían entre 6 y 17 años de edad.
- Se basan principalmente en pruebas de tipo práctico desarrolladas en el laboratorio.
- En los estudios realizados con sujetos a nivel de licenciatura, todos ellos pertenecían a una misma institución educativa.

Presente Estudio

- Desarrollado en México.
- Se han aplicado pruebas a más de 600 estudiantes.
- El lapso de edades considerado es de 14 a 24 años.
- Se apoya en exámenes escritos.
- A nivel licenciatura, se han realizado investigaciones en tres Universidades: Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma Metropolitana y Universidad Autónoma del Estado de México.

los y conceptos, un plano abstracto característico de las operaciones formales. Como contrapartida, este tipo de pruebas no permiten apreciar la conducta del sujeto en una forma tan clara como cuando existe una relación directa e individual entre el investigador y el sujeto.

En el presente estudio se consideró que las pruebas escritas eran adecuadas, debido a las ventajas mencionadas y a que el objetivo era obtener una visión general del estudiantado mexicano, más que una observación individual de cada estudiante.

Surgió así la necesidad de elaborar una prueba que llenara los siguientes requisitos:

- a) Tiempo corto de aplicación.
- b) Abarcar varios puntos característicos de las operaciones formales.
- c) Que su evaluación no fuera demasiado complicada y
- d) Poder aplicarse a varios niveles de escolaridad.

Evidentemente la tarea no era sencilla y requirió de mucho tiempo de estudio, intercambio de opiniones y elaboración de esquemas preliminares. Finalmente, quedó integrada la prueba llamada "1-A de pensamiento formal" y la cual se presenta en la hoja siguiente, en la misma forma que se presentó a los sujetos durante la investigación.

Como puede verse, el cuestionario consta de cuatro secciones principales y una breve introducción, en la cual se pide al alumno, entre otras cosas, que conteste en hojas aparte. Esto permite que el cuestionario pueda ser aplicado en varias ocasiones.

Favor de poner los siguientes datos en su hoja de respuestas

NOMBRE _____

EDAD _____

ESCUELA DE QUE PROVIENE _____

¡ATENCIÓN!, Este cuestionario está diseñado para que Usted no tenga ninguna duda al resolverlo. En caso de que Ud. considere que no puede contestar alguna de las preguntas o de los incisos, indique cuales son las razones que le impiden resolverlo, (falta de claridad en la pregunta, falta de conocimientos, etc.) . No pregunte al profesor ni a sus compañeros pues esto le restará tiempo para solucionar el cuestionario. Tiene Ud. a partir de este momento, TREINTA MINUTOS para contestar los siguientes problemas. LEA TODO CUIDADOSAMENTE y procure que sus respuestas sean claras y breves. Escriba sus respuestas en hojas aparte y no haga anotaciones en este cuestionario.

- 1.- Hace dos meses, el dispositivo llamado Explorador V, hizo contacto con la superficie del planeta "X" y empezó a mandar la siguiente información al centro espacial terrestre:

ANÁLISIS DE LA CAPA GASEOSA

Temperatura; 80° C

Agua : No hay indicios

Carbono : No hay indicios

Nitrógeno : 2 %

(NH₃) Amoníaco : 17%

Desde entonces el Explorador V no ha vuelto a mandar información.

De los datos obtenidos, ¿qué conclusiones podría usted obtener acerca de las condiciones del planeta "X" ? (Inclúyanse los puntos:

- a) Existencia de formas inteligentes de vida,
- b) Existencia de formas elementales de vida,
- c) Existencia de moléculas que contengan carbono y
- d) Otros puntos que usted considere importantes.

- o - o -

- 2.- A continuación se presentan varias series. Anote usted en los espacios libres los elementos que a su juicio completan la serie.

Ejemplo: o) 2, 4, 6, 8, _____, la respuesta sería 10 pues observamos que se trata de la serie de los números pares.

Intente completar las siguientes series, pero NO dedique más de 1 minuto a la resolución de cada una de ellas:

a) 1, 3, 5, 7, _____,

b) 6, 5, 7, 6, 8, 7, 9, _____,

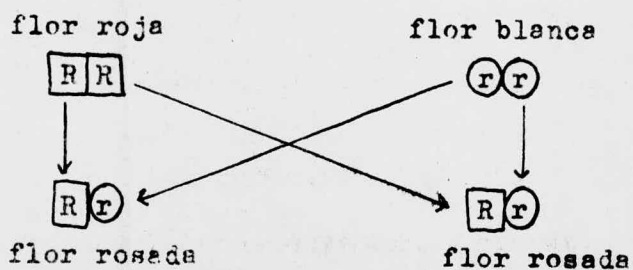
c) 2, 4, 16, _____,

- d) 3 , 6 , 12 , _____ , 48 ,
- e) 1 , A , 2 , B , _____ , _____ ,
- f) 2 , 3 , 5 , 8 , 12 , _____ ,
- g) 3 , 6 , 18 , 72 , _____ ,
- h) 50 , 26 , 14 , _____ ,
- i) C , U , M , A , C , O , M , E , C , _____ , _____ ,
- j) 2 , 3 , 5 , 9 , 17 , _____ ,

3.-

- k) Juan tiene 5 hermanos y 2 hermanas. Carlos es hermano de Juan y tiene 2 hijos. ¿Cuántos hermanos tiene la hermana de Juan?.
- l) Rosa es más alta que Julia, pero Rosa es más baja que María. ¿Quién es la más alta de las tres?.
- m) Carlos es mejor estudiante que Pedro y Juan es más estudioso que Pedro ¿Quién es el mejor estudiante de los tres?.

4.- En la cruce de 1 flor roja cuya información genética es (R,R), con una flor blanca (r,r), donde las letras mayúsculas indican genes dominantes, se obtienen únicamente flores rosadas de la siguiente manera:



Obsérvese que cada flor aporta uno de sus genes a la combinación.

Diga Ud. que podemos obtener al cruzar:

- a) Una flor roja con otra flor roja
- b) Una flor blanca con una flor roja
- c) Una flor rosada con otra flor rosada
- d) Considérese ahora la cruce de un gallo blanco (b,b) con una gallina negra (B,B). ¿Cómo serían los polluelos?.

Con el fin de aclarar los puntos incluidos en la prueba, se presenta a continuación un análisis detallado de la misma.

EL CUESTIONARIO 1-A DE PENSAMIENTO FORMAL, PUNTO POR PUNTO.-

PREGUNTA 1.- Se enfrenta al sujeto a una situación hipotética, para que dentro de ella sea capaz de deducir conclusiones correctas. Así, alejado de una realidad tangible y trabajando tan sólo con enunciados simbólicos, el individuo deberá desarrollar una lógica de proposiciones y una inversión de sentido entre lo real y lo posible. En suma, deberá tomar el máximo provecho de los datos que se le proporcionan e incorporarlos a un todo, a un universo de relaciones y transformaciones.

Por sus características, en la que el sujeto describe sus impresiones en sus propias palabras, esta es la pregunta más difícil de evaluar dentro del cuestionario. Sin embargo, no presenta mayores dificultades. Sin duda, algunas de las respuestas obtenidas servirán para aclarar el criterio de evaluación utilizado:

Néstor, 14 años 8 meses, 3° de Secundaria.- "otros puntos que usted considere importantes". (?).

Norma, 15 años, 3° de Secundaria.- " a) No, b) No, c) No, d) Temperatura".

Jorge, 16 años 4 meses, 3° de Secundaria.- "1.- Marte, 2.- Tierra, 3.- Marte. 4.- Que Marte es un planeta discutiblemente misterioso y grande, los científicos han dicho que para vivir en Marte allá no es posible por las condiciones tan frías que hay en Marte y que la raza humana o otra especie no sobreviviría en ese

planeta".

Víctor, 18 años, 3° C.C.H.- "Es un planeta hirviente, sin indicios de aguas y de carbono, es un planeta rocoso y desolado, no es posible que haya vida por el tremendo calor, posiblemente dentro del subsuelo se pueda encontrar vida microscópica o macroscópica".

Armando, 20 años, 6° semestre, Facultad de Química, U.N.A.M.- "Posiblemente "Explorador V" tiene alguna falla mecánica en su sistema de transmisión y/o en su sistema de movimiento, por lo que se ha perdido el contacto con éste (si es que se tenía programado). Siendo éste el primer informe de "X" no se puede concluir que haya vida inteligente o no, pero se podría decir que es difícil que exista".

María, 21 años, 6° semestre, Facultad de Química, U.N.A.M.- "Hay existencia de formas elementales de vida (puede suponerse) que puedan vivir bajo las condiciones de esa atmósfera gaseosa. Si hay formas inteligentes de vida éstas también deben ser adaptables a esa atmósfera, pero nunca podría pensarse que esas formas inteligentes podrían ser reemplazadas por un ser humano, ya que éste no aguantaría o se adaptaría a esa atmósfera. Puede haber moléculas de C, (el análisis es de la capa gaseosa, mas no de la terrestre). En conclusión: se necesitaría un análisis más completo".

En todos los casos se ha respetado la redacción original. Puede verse que en las últimas respuestas, el estudiante compren-

de mejor los datos, crea hipótesis e imagina diversas posibilidades. Particularmente, se niega a emitir conclusiones definitivas ante la evidente falta de datos. En la realidad, son muy pocos quienes observan que el reporte se refiere únicamente a la capa gaseosa y que de ella sólo se da el 19% de la composición. De acuerdo a lo completo de la respuesta y a la explicación que de ella se presente, esta pregunta se califica en una escala de 0 a 10 puntos.

PREGUNTA 2.- Constituida por las conocidas series, esta pregunta es de sencilla evaluación. A pesar de que el grado de dificultad va en aumento, a todas se les asigna el valor de 1 punto debido a que, en la práctica, es importante que se conten todas las series, pues en ocasiones se dejan las primeras para dedicar mayor atención a las últimas. Aquí, el alumno deberá aplicar la lógica para encontrar las diferentes relaciones entre los números y letras propuestos.

Las respuestas correspondientes son:

- a) 9, b) 8, c) 256, d) 24, e) 3,C, f) 17, g) 360, h) 8,
i) I,M, j) 33

PREGUNTA 3.- Consta de tres incisos de enunciados lógicos. Nuevamente, el sujeto tendrá que emitir un juicio correcto a partir de los enunciados que se le presentan. Las respuestas co rrectas son:

- k) 6 hermanos, o bien 6 hermanos y una hermana. (3 puntos).
l) María. (3 puntos)
m) No se puede decir a partir de los datos. (4 puntos)

PREGUNTA 4.- Sin duda, es ésta la pregunta más interesante pues ahora se exige al alumno el empleo de una lógica combinatoria. Los incisos a) y b) son aparentemente sencillos. Sin embargo en muchas ocasiones no se responden correctamente. Las respuestas a ellos son:

a) Flores rojas o RR. (3 puntos).

b) Flores rosadas o Rr. (2 puntos).

El inciso c) es el punto fundamental de la pregunta pues implica la combinación de flores híbridas. La respuesta correcta:

c) Una flor roja y una blanca ó dos flores rosadas, RR, Rr, Rr, rr. Tiene un valor de 10 puntos.

El inciso d), dado el esquema que se presenta como ejemplo, tiene su respuesta lógica en:

d) Grises o pintos, (b, B) o respuestas análogas. (5 puntos).

En la realidad, se encontró que algunos sujetos contestan:

"Negros porque es un color dominante".

En este caso, se tomó la respuesta por buena cuando el sujeto justificaba su respuesta. Para evitar confusiones, se sugiere que se pida al alumno dar una explicación por medio de un inciso adicional colocado al final de esta pregunta.

Así, el total de puntos de la prueba es de 50. El puntaje obtenido se multiplica por 0.2 y se tiene una calificación en base a 10 que es la más sencilla de trabajar e interpretar.

El cuestionario 1-A de pensamiento formal fue aplicado a un total de 676 estudiantes de diferentes niveles de escolaridad. (Ver Tabla V en la página siguiente). Como puede verse en la ta

TABLA V.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA INVESTIGADA.

Institución	Nivel	Grupo	Número de alumnos examinados	
			Por grupo	Total
Secundaria	3 año	A	48	149
		B	50	
		C	51	
Normal de Educadoras	3º año	único	35	83
	3º año	único	23	
	4º año	único	25	
Colegio de Ciencias y Humanidades	3º año	único	29	29
U.A.M. Plantel Xochimilco	1 semestre	X-A	23	84
		X-B	23	
		X-C	38	
U.A.E.M. Escuela de Química	3 semestre	único	28	28
	1 semestre	1.1	39	124
		1.2	35	
1.3		50		
U.N.A.M. Facultad de Química	5º semestre	5.1	47	102
		5.2	55	
	6º semestre	6.1	20	77
		6.2	31	
		6.3	26	

bla mencionada anteriormente, se investigó primordialmente a estudiantes de nivel licenciatura.

De hecho, los estudios realizados con alumnos de 3° de Secundaria y niveles preparatorios, se realizaron con el fin de establecer un punto de comparación que permitiera establecer la confiabilidad del cuestionario. Así, al examinar individuos de un menor nivel de escolaridad y, por supuesto de menor edad, se esperaba que las calificaciones obtenidas fueran significativamente inferiores a las obtenidas por estudiantes universitarios. Este hecho quedó ampliamente demostrado, (ver gráficas 1 y 2).

Poder hablar de resultados "significativos" implica realizar un tratamiento estadístico de los datos:

METODOS ESTADISTICOS.-

Cuando se hace referencia a la calificación media obtenida por un grupo determinado de sujetos, se está haciendo referencia a la "media aritmética" definida por la fórmula:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^h X_i}{n}$$

y la "desviación estándar" se calcula como:

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^h \frac{(X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Nótese que se indica la media con " \bar{X} " y no como " μ ", así como "S" en lugar de " σ ". Esto se debe a que es práctica general el emplear letras latinas para denotar descripciones de

datos reales y letras griegas para distribuciones teóricas (6).

Siempre es importante determinar el tamaño de muestra mínimo requerido, para poder asegurar con una probabilidad de $1 - \alpha$, que el error cometido al emplear la media muestral para estimar la media de una población, es menor que una cierta cantidad E .

El tamaño de muestra mínimo requerido " η " se encuentra mediante la ecuación:

$$\eta = \frac{z_{\alpha/2}^2 \cdot s^2}{E^2}$$

donde $z_{\alpha/2}$ es una constante que puede encontrarse en tablas (6).

Por otra parte, al comparar los datos obtenidos por los diferentes grupos de estudiantes, será necesario establecer si la diferencia observada en los resultados es "significativa" o si se debe atribuir a la casualidad. Para ello, se emplea el estadístico:

$$z = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{\eta_1} + \frac{s_2^2}{\eta_2}}}$$

donde los subíndices denotan si los datos corresponden a una u otra de las poblaciones estudiadas. En este caso, si el valor de " z " calculado por este procedimiento, excede al reportado en tablas para un valor determinado de " η_1 " y " η_2 " (6), se puede afirmar que la diferencia observada es "significativa".

En algunos casos se comprobó el método anterior, realizando

un análisis de varianza, cuyos fundamentos pueden encontrarse en cualquier libro de estadística (6).

A continuación se detallan las características de los diversos grupos estudiados, así como los resultados obtenidos en cada uno de ellos.

TERCER AÑO DE SECUNDARIA.

Se aplicó la prueba 1-A de pensamiento formal a tres grupos de tercero de secundaria, todos ellos en instituciones oficiales y con las siguientes características:

GRUPO	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	EDAD PROMEDIO (Años)
A	27	21	48	15.25
B	29	21	50	14.88
C	25	26	51	15.02
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	
	81	68	149	

Las puntuaciones medias y la desviación estandar por grupo son:

GRUPO	\bar{X} MEDIA ARITMETICA	S DESVIACION ESTANDAR
A	2.85	1.10
B	3.284	1.11
C	2.674	1.26

Dividiendo los grupos por sexo, se obtiene:

GRUPO		\bar{X}	S
GRUPO A	HOMBRES	3.02	1.13
	MUJERES	2.63	1.06

		\bar{X}	S
GRUPO B	HOMBRES	3.36	1.24
	MUJERES	3.17	0.92
GRUPO C	HOMBRES	2.96	1.46
	MUJERES	2.39	0.98
TOTAL	HOMBRES	3.126	1.275
	MUJERES	2.700	1.020
	TOTAL	2.935	1.208

Con las cifras obtenidas para la totalidad de la muestra, se contrasta con un nivel de significación de 0.05 la diferencia obtenida entre las dos medias, aplicando el estadístico:

$$z = \frac{(\bar{X}_H - \bar{X}_M)}{\sqrt{\frac{S_H^2}{\eta_H} + \frac{S_M^2}{\eta_M}}} = \frac{3.126 - 2.700}{\sqrt{\frac{(1.275)^2}{81} + \frac{(1.02)^2}{68}}} = 2.265$$

donde η_H y η_M son respectivamente el total de hombres y mujeres.

Como el valor obtenido excede el de 1.96, valor máximo crítico para un nivel 0.05 reportado en tablas (6), se concluye que la diferencia si es significativa, esto es, que sí existe una influencia del sexo en las puntuaciones.

Para corroborar la conclusión anterior, se realizó un análisis de varianza y el factor encontrado fue de 4.44, por cierto muy semejante al encontrado por Dale (10) en su investigación con niños australianos y que fue de 4.33. Ambos valores rebasan el de 3.84 reportado en tablas (6) para un grado de libertad y un nivel de significación de 0.05.

Para estudiar el efecto de la edad sólo se tomaron en cuenta 134 reactivos con el propósito de formar dos grupos iguales de 67 miembros cada uno, lo cual facilita el análisis de varianza. Los resultados fueron los siguientes:

EDAD	MEDIA ARITMETICA	DESVIACION ESTANDAR
Menores de 15 años, 2 meses	3.031	1.118
15 años, 2 meses o más.	2.837	1.200

Aplicando el estadístico como se hizo anteriormente:

$$z = \frac{3.031 - 2.837}{\sqrt{\frac{(1.118)^2}{67} + \frac{(1.200)^2}{67}}} = 0.9682$$

y se encuentra que, en este caso, el valor no es significativo y por lo tanto la diferencia entre las medias no se puede atribuir a la edad. Sin embargo, es fácil observar que los individuos más jóvenes obtienen un promedio superior. De hecho, la media aritmética de los menores de 15 años es de 3.1923. Esto puede deberse a que generalmente se termina el ciclo de educación secundaria alrededor de los 15 años de edad y los individuos mayores que se encuentran en estos grupos, en ocasiones son alumnos que han tenido que repetir uno o más años.

Otros puntos importantes de la muestra de 3° de Secundaria, son los siguientes:

- La calificación mínima fue de 0.8 y la máxima, excepcional, de 6.8

- Sólo 7 sujetos (4.7%) obtuvieron una calificación mayor o igual a 5.0.
- Sólo 2 pudieron contestar correctamente las diez series de la pregunta 2.
- Sólo 1 obtuvo un puntaje mayor de 6, límite establecido entre las etapas concreta y post-concreta.

Por lo tanto, puede considerarse que a este nivel de escolaridad, prácticamente todos los sujetos se encuentran en período de razonamiento concreto.

Finalmente, el tamaño de muestra mínimo requerido, fue determinado por el procedimiento explicado con anterioridad, obteniéndose un valor de 48, muy por debajo del empleado que fue de 149.

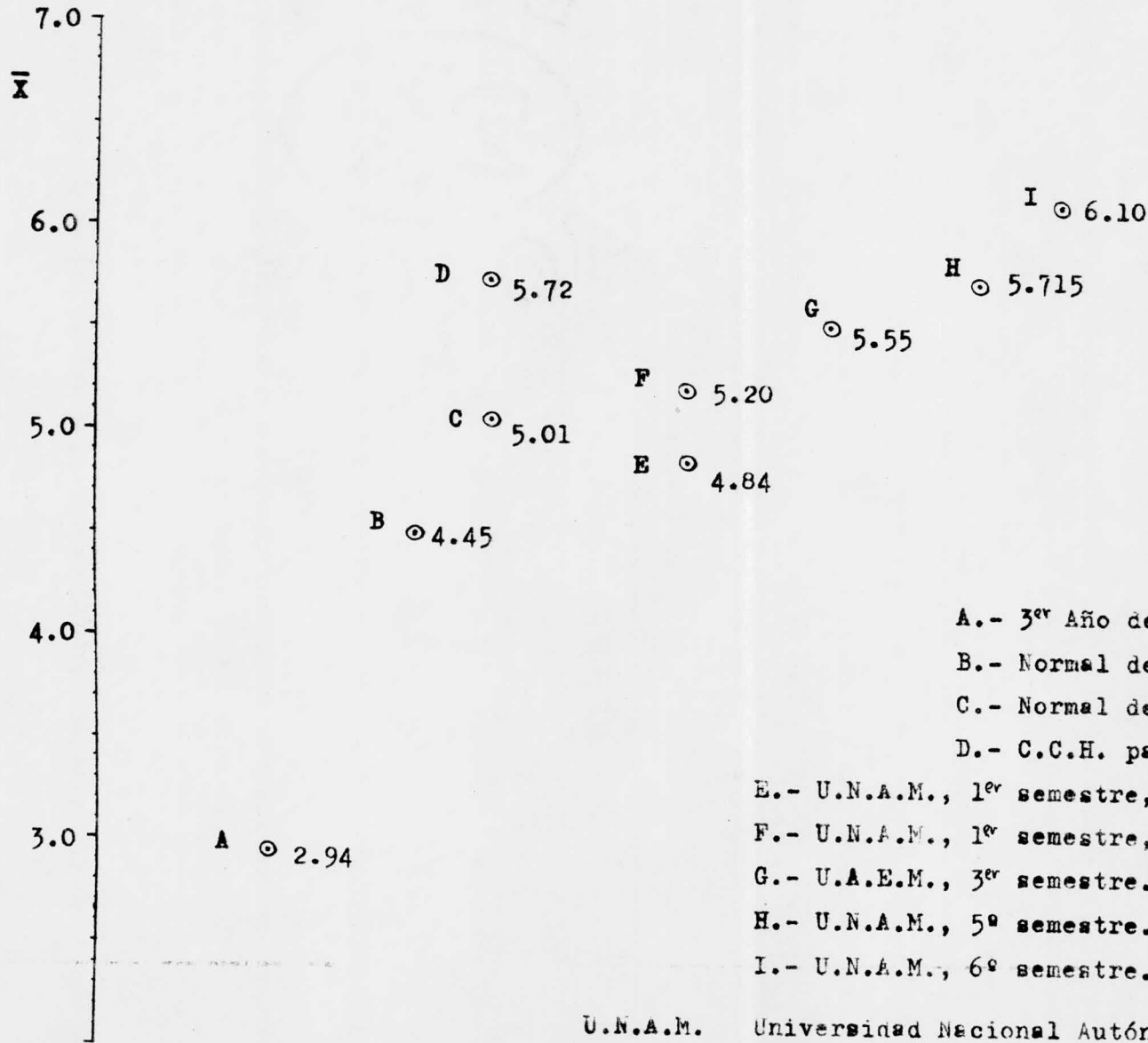
NIVEL INTERMEDIO.

Se realizaron estudios en tres grupos de una escuela normal de educadoras, exclusiva para mujeres, con los siguientes resultados:

GRUPO	Alumnas Examinadas	\bar{X}	S	Edad promedio (en años)
1°	35	4.45	0.678	16.50
3°	23	5.02	1.565	17.87
4°	25	4.07	1.356	19.09

Puede observarse que el grupo de 4° año obtuvo una calificación media inferior a la de los grupos más jóvenes. Al investigar esta situación, este grupo fue reportado por los maestros de la institución como un "grupo problema". No fue éste el único caso en que un resultado demasiado bajo sirvió para detectar

GRAFICA 1 .- CALIFICACION MEDIA OBTENIDA EN EL CUESTIONARIO 1-A



A.- 3^{er} Año de Secundaria.

B.- Normal de educadoras (1^{er} Año).

C.- Normal de educadoras (3^{er} Año).

D.- C.C.H. particular (3^{er} Año).

E.- U.N.A.M., 1^{er} semestre, "Grupo repetidores".

F.- U.N.A.M., 1^{er} semestre, grupo regular.

G.- U.A.E.M., 3^{er} semestre.

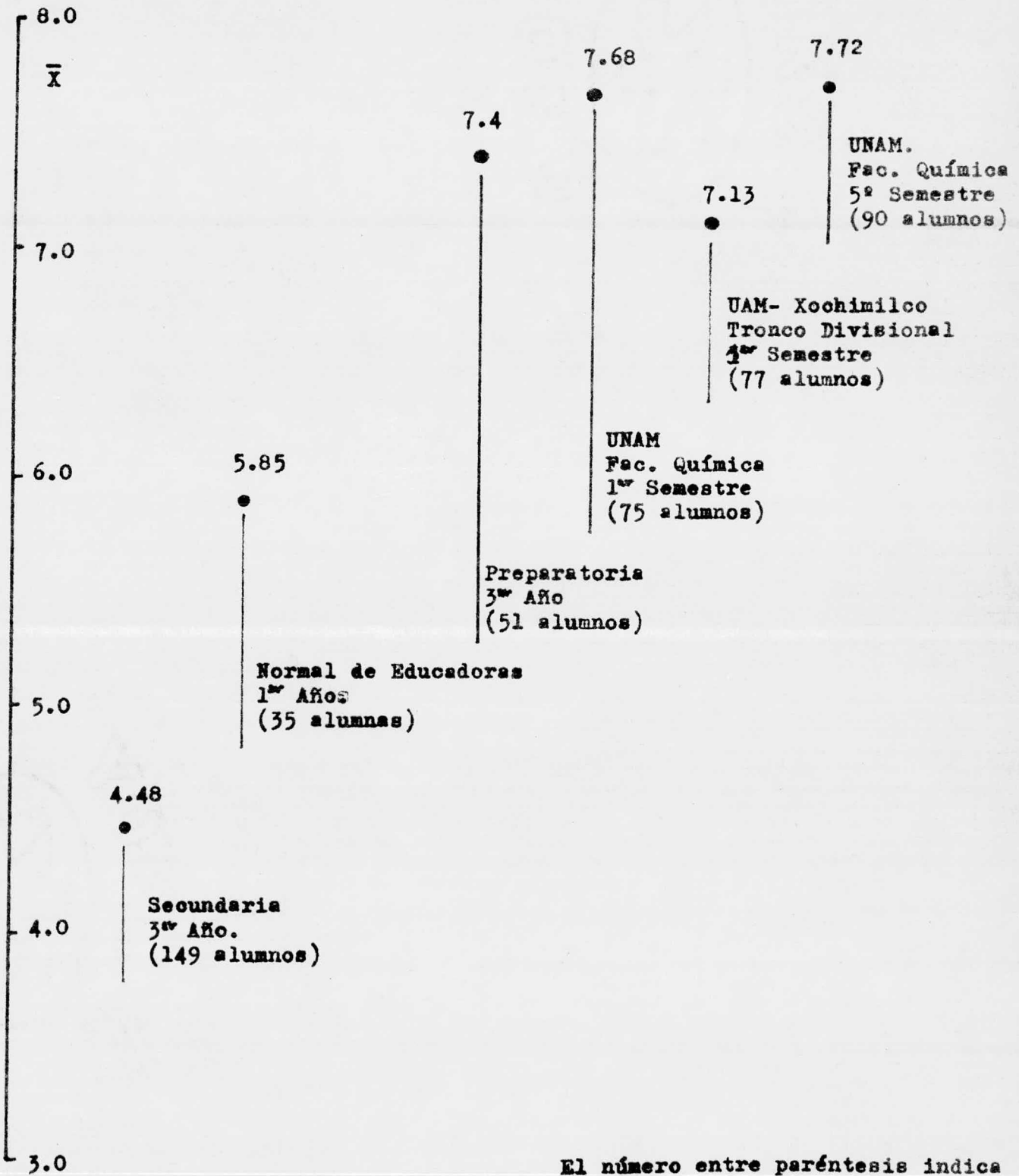
H.- U.N.A.M., 5^o semestre.

I.- U.N.A.M., 6^o semestre.

U.N.A.M. Universidad Nacional Autónoma de México.

U.A.E.M. Universidad Autónoma del Estado de México.

GRAFICA 2.- CALIFICACION MEDIA OBTENIDA EN EL CUESTIONARIO 1-A



El número entre paréntesis indica el número de alumnos examinados.

problemas en los grupos. Al respecto, puede verse más adelante el caso del "grupo de repetidores" investigado en la U.N.A.M.

Por otra parte, en ocasiones los resultados obtenidos rebasan el nivel esperado, y se reporta al grupo como "particularmente bueno". Tal es el caso de un grupo de un C.C.H. particular donde la calificación media fue de 5.72 (Gráfica 1).

En nivel intermedio, la calificación mínima obtenida fue de 3.0 y la máxima de 8.4.

En general, pueden establecerse los porcentajes para cada estadio de desarrollo en la forma siguiente:

ESTADIO	Hombres	Mujeres	Total	%
Formal	2	9	11	9.8
Post-Concreto	7	18	25	22.3
Concreto	9	67	76	67.9

Como en todos los casos, el criterio utilizado es:

CALIFICACION	ESTADIO CORRESPONDIENTE
0.0 - 5.9	Concreto
6.0 - 7.4	Post-Concreto
7.5 - 10.0	Formal

NIVEL LICENCIATURA.

Para tener una visión más general del estudiantado universitario, se realizaron investigaciones en tres instituciones de estudios profesionales, (TABLA V).

En esta etapa, además del cuestionario 1-A, se aplicaron

dos pruebas más: el cuestionario 1-B de pensamiento formal y la prueba 2-A de pensamiento lógico. Ambos reactivos se analizarán posteriormente. También se investigó el sistema educativo de que provenían los estudiantes.

Debido al extenso conjunto de datos obtenidos en esta etapa de la investigación, se ha decidido presentar los resultados en forma de tablas y gráficas, las cuales se detallan a continuación:

GRAFICA 3.- CALIFICACION MEDIA OBTENIDA EN EL CUESTIONARIO 1-A.
(Grupos de nivel licenciatura).

Se presentan datos específicos para cada grupo estudiado, a diferencia de la Gráfica 1 donde los datos corresponden a promedios globales. Puede observarse que grupos de nivel semejante obtienen resultados similares, lo cual es indicio de la confiabilidad del cuestionario.

Es interesante señalar aquí el caso indicado como "Grupos repetidores". Se aplicó el cuestionario a un grupo de alumnos que cursaba por segunda vez la materia de Fisicoquímica II. Como era de esperarse, los resultados son más bajos que para grupos regulares pues, de hecho, en los grupos de repetidores se reúnen alumnos que ya han tenido dificultades al iniciar sus estudios, tal vez debido a tener particulares deficiencias en el campo del pensamiento formal.

GRAFICA 4.- LA EDAD DEL INDIVIDUO Y LA CALIFICACION MEDIA
OBTENIDA EN EL CUESTIONARIO 1-A.

Se observa claramente un rápido progreso hasta los 17 años,

donde parece haber una cierta estabilidad que se prolonga hasta alrededor de los 21 años y, a partir de aquí, un mayor incremento. Debido a la carencia de información para sujetos de mayor edad, no puede establecerse por ahora, la subsecuente trayectoria de la curva. Sin embargo puede suponerse que se alcanzará una meseta de equilibrio, determinada por las capacidades individuales y el hecho de que los sujetos continúen desarrollando su intelecto al egresar de las instituciones educativas.

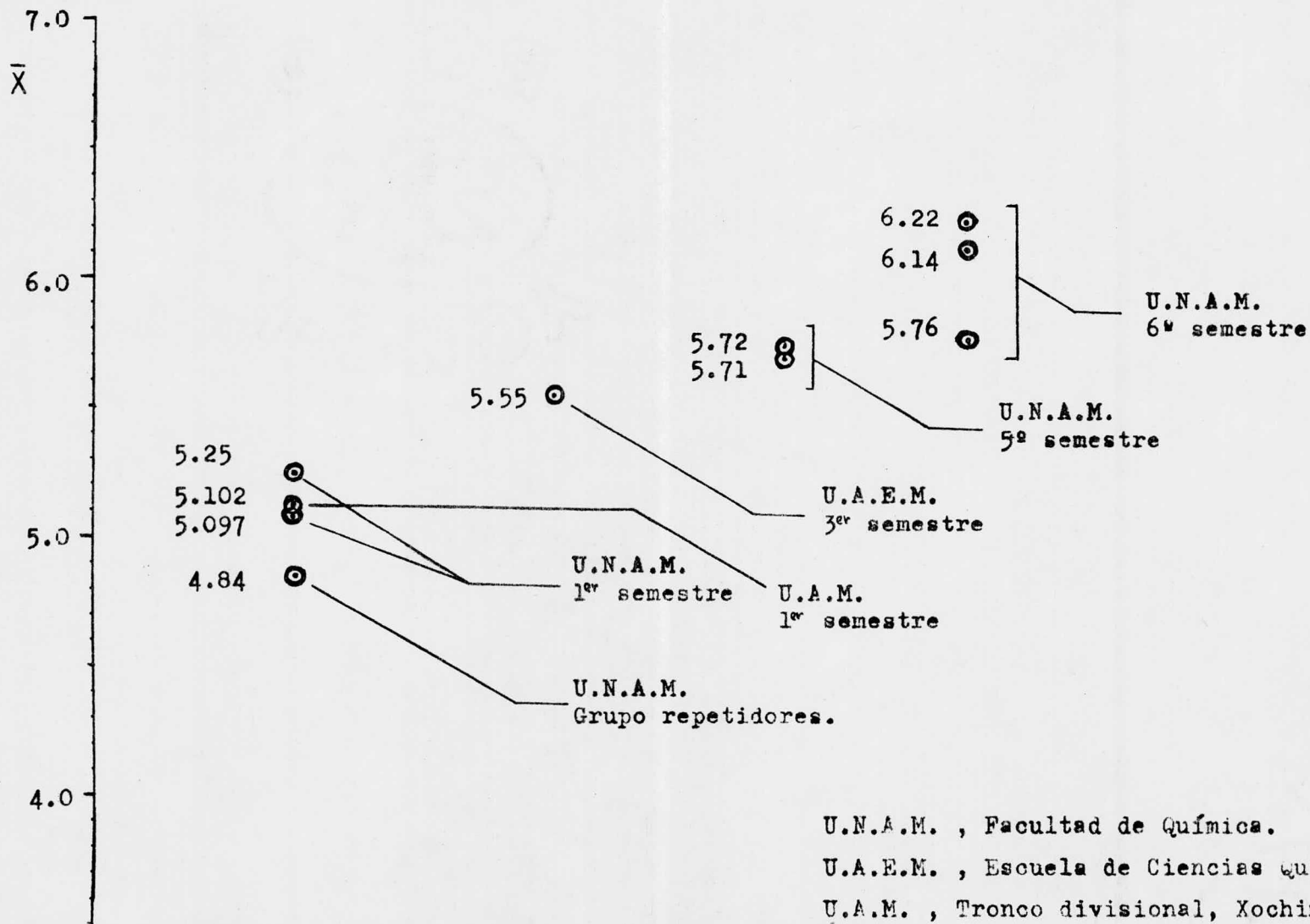
La Gráfica 4 fue construida a partir de los siguientes datos:

EDAD	No. de alumnos	\bar{X}	S
15	71	2.84	1.065
16	35	3.28	1.292
17	28	5.15	1.714
18	69	5.44	1.407
19	74	5.42	1.354
20	81	5.72	1.523
21	39	5.46	1.581
22	28	6.08	1.626
23	24	6.66	1.726

TABLA VI.- DIVISION POR SISTEMA ESCOLAR DE PROCEDENCIA.

La mayor parte de los estudiantes que ingresan a la U.N.A.M., provienen de preparatorias oficiales y colegios de ciencias y humanidades. Por otra parte, a la U.A.M. acuden preferiblemente los egresados de preparatorias particulares y de

GRAFICA 3.- CALIFICACION MEDIA OBTENIDA EN EL CUESTIONARIO 1-A



GRAFICA 4.- LA EDAD DEL INDIVIDUO Y LA CALIFICACION MEDIA OBTENIDA EN EL CUESTIONARIO 1-A

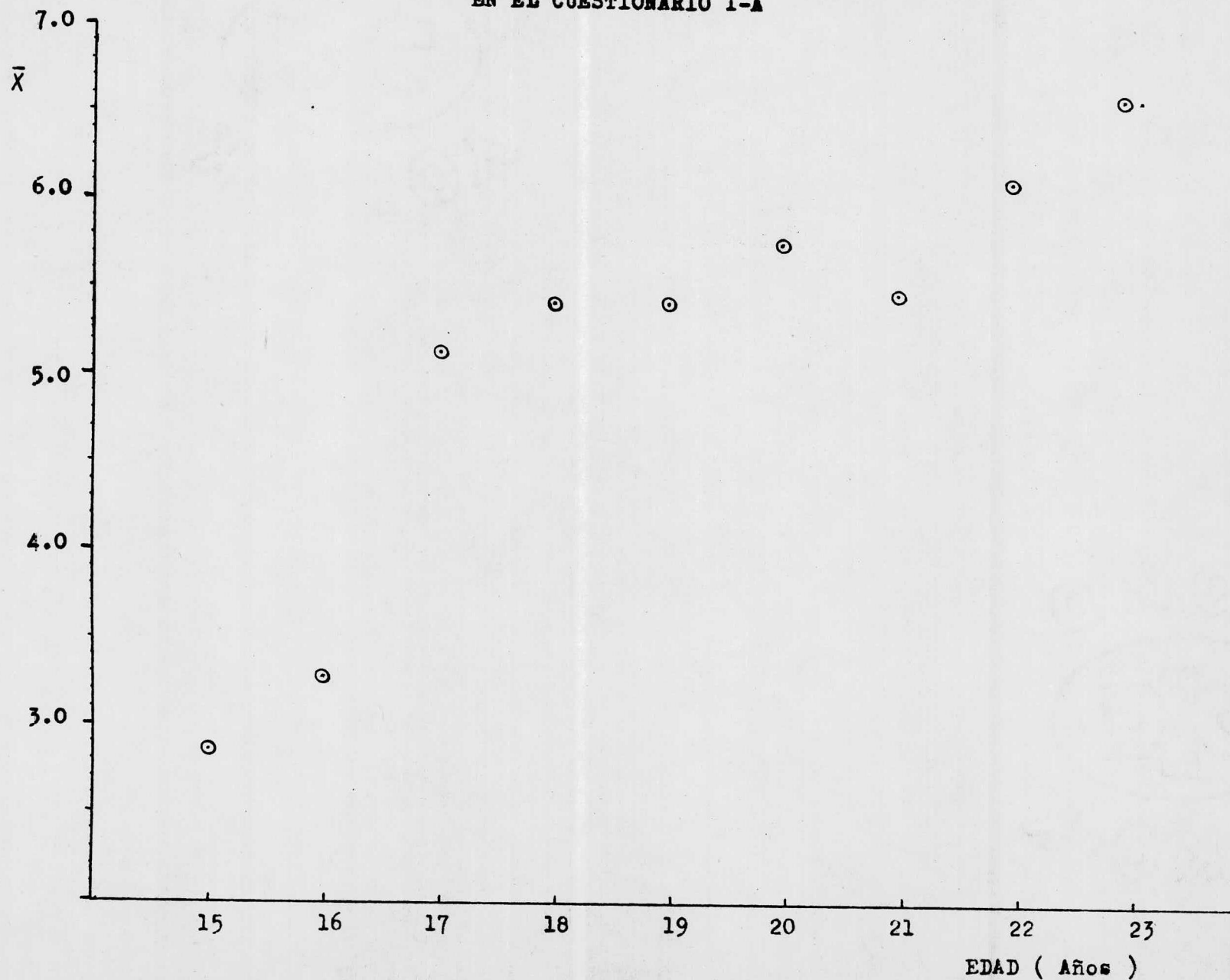


TABLA VI.

DIVISION POR SISTEMA ESCOLAR DE PROCEDENCIA.

INSTITUCION		Preparatorias Oficiales	Preparatorias Particulares	Colegios de Ciencias y H.	Preparatorias de Provincia	Otras
U.N.A.M.	Alumnos	105	45	59	43	14
	%	34.7	14.8	19.5	14.2	4.6
U.A.M. X.	Alumnos	5	33	3	22	8
	%	6.0	39.3	3.5	26.2	9.5
U.A.E.M.	Alumnos	-	-	-	27	1
	%	-	-	-	96.4	3.6

U.N.A.M. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Química

U.A.M. X. Universidad Autónoma Metropolitana. Plantel Xochimilco. Tronco Divisional.

U.A.E.M. Universidad Autónoma del Estado de México. Escuela de Ciencias Químicas.

Nota: En el caso de que los porcentajes no sumen el 100% se debe a que en algunos cuestionarios no se especificó la escuela de procedencia.

provincia.

En la U.A.E.M., prácticamente todos los alumnos son de la localidad.

TABLA VII.- EL SISTEMA ESCOLAR DE PROCEDENCIA Y SU RELACION CON EL NIVEL DE DESARROLLO INTELECTUAL DEL INDIVIDUO.

Los datos obtenidos provienen de la aplicación del cuestionario 1-A.

Realizando el análisis de varianza, sólo se advierten diferencias "significativas" en los alumnos que provienen de preparatorias de provincia. Sin embargo, se observa que el sistema de C.C.H. tiende a formar más individuos que alcanzan el nivel Post-Concreto, mientras que de las instituciones particulares egresa el mayor porcentaje de sujetos formales.

CORRELACION ENTRE EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO FORMAL Y LAS CALIFICACIONES OBTENIDAS AL CURSAR MATERIAS DE LICENCIATURA.

Realizando una comparación entre los resultados que lograban determinados alumnos en las pruebas de pensamiento formal y su desempeño general en los cursos de licenciatura, Herron (12), encontró un alto valor de correlación: 0.8.

Así, se podía establecer que los estudiantes más avanzados en su desarrollo intelectual, afrontaban sus estudios con mayor éxito.

En el presente estudio se intentó demostrar la anterior aseveración, mediante una comparación directa de la calificación obtenida en el cuestionari 1-A con el promedio global de la carrera.

TABLA VII.

RELACION DEL SISTEMA ESCOLAR DE PROCEDENCIA CON EL NIVEL
DEL DESARROLLO INTELECTUAL DEL INDIVIDUO.

s i s t e m a e s c o l a r d e p r o c e d e n c i a .

ESTADIO		Preparatorias Oficiales	Preparatorias Particulares	Colegios de Ciencias y H.	Preparatorias de Provincia	TOTAL
Formal	Alumnos	13	12	5	3	33
	%	12.3	15.6	8.2	4	10.34
Post-Concreto	Alumnos	31	22	25	17	95
	%	29.2	28.6	41.0	22.7	29.80
Concreto	Alumnos	62	43	31	55	191
	%	58.5	55.8	50.8	73.3	59.86
	TOTAL	106	77	61	75	<u>319</u>

No fue posible obtener datos confiables debido, principalmente, al sistema de calificación imperante en la actualidad. Los datos alfabéticos como "S" o "MB", difícilmente puede asociarse a un número en particular. Por otra parte, el criterio para evaluar varía ampliamente entre los profesores.

INFLUENCIA DEL SEXO.

Como se recordará, en los estudios realizados a nivel de educación secundaria, se encontraron diferencias "significativas" entre las puntuaciones obtenidas por hombres y mujeres.

La influencia del sexo en el desarrollo del pensamiento formal, no es apreciable a nivel licenciatura.

Tal vez puede atribuirse esta situación al hecho de que los individuos que ingresan a instituciones de estudios profesionales, de alguna manera poseen un nivel mínimo de razonamiento, mientras que los menos capacitados probablemente optarán por salidas laterales o bien, por abandonar los estudios.

OTRAS PRUEBAS APLICADAS.

Se aplicaron dos pruebas más, exclusivamente a nivel licenciatura, con el título de "Cuestionario 1-B pensamiento formal" y "Prueba 2-A de pensamiento lógico".

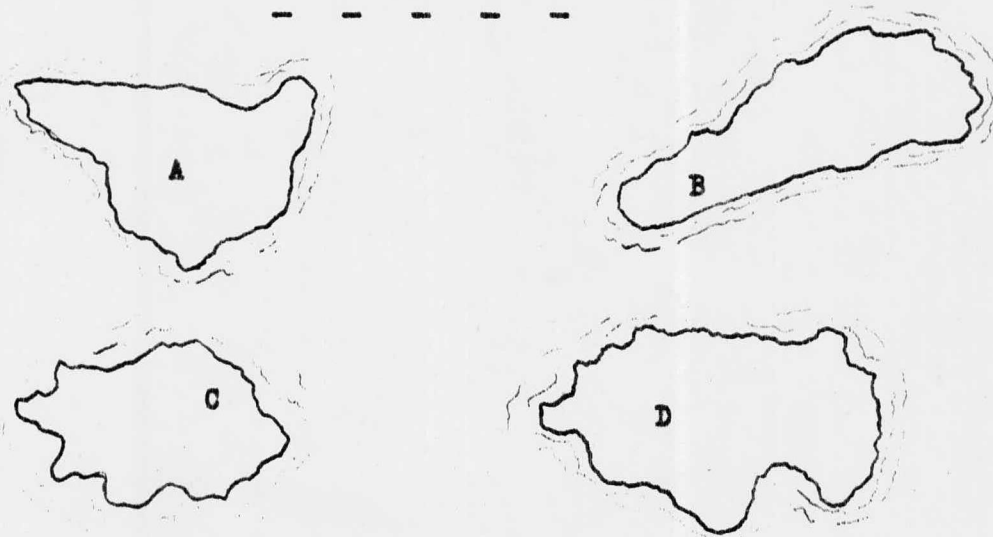
En la práctica, el cuestionario 1-B se presentó a los estudiantes como "El Problema de las Islas" (ver siguiente hoja). Como ya se había mencionado, este cuestionario fue tomado de un artículo de Fuller y colaboradores (11). El original fue traducido en forma libre, si bien se respeta al máximo su presentación

EL PROBLEMA DE LAS ISLAS

Nombre:

Edad:

Escuela de que proviene:



Hay cuatro islas en el Océano Pacífico, conocidas como las islas A, B, C y D. Tradicionalmente se ha viajado entre estas islas utilizando lanchas o botes, pero recientemente una compañía de aviación ha comenzado a operar en esta zona. Lea cuidadosamente los datos que le indicarán los vuelos posibles en la actualidad. Los vuelos pueden ser directos, con escalas o bien, cambiando de avión, en alguna de las islas. Cuando un viaje es posible, puede realizarse en ambas direcciones.

Si lo desea, puede hacer anotaciones en el mapa, para utilizar mejor los datos que se proporcionan.

PRIMER DATO: SI ES posible viajar en avión entre las islas C y D.

SEGUNDO DATO: NO ES posible viajar en avión entre las islas A y B.

Antes de continuar leyendo y tomando en cuenta los datos proporcionados, por favor conteste la siguiente pregunta:

- 1.- ¿ Es posible viajar en avión entre las islas B y D ?
- a) Si
 - b) No
 - c) Los datos son insuficientes para contestar esta pregunta

Por favor, explique su respuesta: _____

TERCER DATO: (Por favor no cambie su respuesta anterior)

SI ES posible viajar en avión entre las islas B y D.

Ahora, tomando en cuenta los datos proporcionados, por favor conteste las siguientes preguntas:

2.- ¿Es posible viajar en avión entre las islas B y C ?

- a) Si b) No c) Los datos son insuficientes para contestar esta pregunta

Por favor, explique su respuesta: _____

3.- ¿ Es posible viajar en avión entre las islas A y C ?

- a) Si b) No c) Los datos son insuficientes para contestar esta pregunta

Por favor, explique su respuesta: _____

y contenido. Más sencillo que el cuestionario 1-A, puede resolverse en unos 10 minutos; sin embargo, el alumno deberá aplicar cuidadosamente los datos proporcionados, analizar detalladamente la situación hipotética que se le plantea y, utilizando un razonamiento lógico, encontrar las respuestas adecuadas.

En el artículo original se presenta un ejemplo de las respuestas consideradas correctas:

- 1.- c). Los datos son insuficientes para contestar esta pregunta.

Los datos suministrados no relacionan las islas superiores con las inferiores.

- 2.- a). Si.

Dado que es posible viajar de B a D y de ésta a C, aunque no haya vuelos directos.

- 3.- b) No.

Si fuera posible viajar de C a A, entonces la gente de B podría ir primero a D, luego a C y finalmente a A. Esta situación sería contradictoria con el segundo dato.

También se citan en el artículo un grupo de respuestas incorrectas pero no se ha considerado necesario incluirlas aquí, además de que es evidente que habría multitud de posibles respuestas erróneas. Dado que los autores no mencionan un criterio establecido de evaluación, se le asignó a este cuestionario un valor total de 10 puntos: 3 para cada una de las dos primeras preguntas y 4, para la última que involucra un mayor grado de di-

ficultad.

Fue aplicado a un total de 148 estudiantes y los datos obtenidos se muestran a continuación:

INSTITUTICON	NIVEL	No. de Alumnos		
U.N.A.M.	1er.semestre	54	4.3	2.66
U.A.E.M.	3er.semestre	27	3.7	1.84
U.N.A.M.	5° semestre	47	4.8	2.86
U.N.A.M.	6° semestre	20	4.5	2.19

A diferencia del cuestionario 1-A, al evaluar el 1-B no se observa un incremento regular de la calificación media a medida que se eleva el nivel de escolaridad. La desviación estándar es considerable y no se observan diferencias significativas al realizar divisiones por edad, sexo o sistema escolar de procedencia.

Sin duda, el haber utilizado un criterio arbitrario de evaluación, dió como resultado el obtener datos irregulares y poco confiables.

La "prueba 2-A de pensamiento lógico" que puede verse en la hoja siguiente, tampoco produjo resultados satisfactorios.

Salvo pequeñas modificaciones, los reactivos fueron tomados del libro de Lógica de Copi (1).

La principal dificultad, como ya se mencionó, era la evaluación. En la gran mayoría de los casos, los sujetos no anotaban sus razonamientos en forma clara y se limitaban a anotar las respuestas que consideraban correctas.

Esta prueba fue aplicada a 43 estudiantes de la Facultad de

Favor de NO hacer anotaciones en este cuestionario

En su hoja de respuestas NO OLVIDE poner los siguientes datos:
Nombre, Edad y Escuela de que proviene.

¡ATENCIÓN!, este cuestionario está diseñado para que Usted no tenga ninguna duda al resolverlo. En los siguientes problemas NO BASTA solamente hallar las respuestas correctas, sino que TAMBIÉN se deberán formular los razonamientos que DEMUESTREN la veracidad de las respuestas. Esto es, DEBERÁ EXPLICARSE el mecanismo empleado para resolver el problema. NO OLVIDE anotar todos sus razonamientos por simples que le parezcan.

En caso de que Ud. considere que no puede resolver alguno de los problemas planteados, indique cuales son sus razones, (falta de claridad en la pregunta, datos insuficientes, etc). NO pregunte al profesor ni a sus compañeros pues esto le restará tiempo para contestar la prueba. Tiene Ud. a partir de este momento, un TOTAL de CINCUENTA MINUTOS para resolver los problemas. Al final de cada problema encontrará el tiempo normal de resolución. LEA TODO CUIDADOSAMENTE, anote sus respuestas en hojas aparte y en forma clara. NO OLVIDE poner sus datos.

- o - o - o - o -

1.- Había un tren cuyo personal estaba formado por tres personas: el fogonero, el guardafrenos y el maquinista. Sus nombres por orden alfabético eran: Junco, Ramírez y Sosa. En el tren viajaban también tres pasajeros que tenían los mismos nombres: el Señor Junco, el Señor Ramírez y el Señor Sosa. DATOS:

- a) El Señor Ramírez vive en Durango.
- b) El guardafrenos vive a mitad de camino entre Durango y Chihuahua.
- c) El Señor Junco gana exactamente 100,000.00 pesos al año.
- d) Sosa en cierta ocasión derrotó al fogonero jugando al billar.
- e) Un vecino del guardafrenos, vive en una casa situada junto a la de éste y es uno de los 3 pasajeros mencionados, gana exactamente 3 veces lo que gana el guardafrenos.
- f) El pasajero que vive en Chihuahua tiene el mismo nombre que el guardafrenos. ¿Cuál es el nombre del maquinista?

Tiempo normal de resolución: 9 minutos.

- o - o - o - o -

2.- En una cierta comunidad imaginaria, los políticos siempre mienten y los no políticos siempre dicen la verdad. Un extranjero se encuentra con 3 nativos y pregunta al primero de ellos si es un político. Este responde a la pregunta. El segundo nativo informa, entonces, que el primer nativo negó ser un político. El tercer nativo afirma que el primer nativo es realmente un político.

¿Cuántos de estos tres nativos eran políticos? TIEMPO: 6 minutos.

- o - o - o - o -

3.- 5 hombres que fueron compañeros en la escuela asisten a una reunión. Se trata de Gómez, Bravo, Pérez, Harper y Nava, cuyos oficios son: grabador, pintor, biólogo, herrero y neurólogo. Casualmente viven en las ciudades de Gómez Palacio, Brasov, Perote, Harper's Town y Navojoa, pero ninguno de ellos vive en la ciudad que tiene un nombre similar al suyo, ni el nombre de su ocupación tiene la misma inicial que su nombre o que la del nombre de la ciudad en la cual vive.

El biólogo no vive en Perote. Bravo no es herrero ni pintor; tampoco vive en Perote ni en Harper's Town. El Señor Harper vive en Navojoa y no es biólogo ni grabador. Gómez no es residente de Brasov, como tampoco Nava, quien no es biólogo ni herrero.

Disponiendo solamente de la información dada, ¿puede Usted determinar el nombre de la ciudad en la que reside Nava?, ¿Quién es el pintor?.

TIEMPO: 15 minutos

- o - o - o - o -

4.- Benno Torelli, fue muerto a tiros por una banda de gangsters porque se atrásó en el pago de la suma que les daba en concepto de protección. Después de un gran esfuerzo por parte de la policía, ésta logró llevar ante el Fiscal del Distrito a cinco hombres. El Fiscal les preguntó que era lo que podían declarar en su defensa. Cada uno de los hombres hizo 3 declaraciones, dos verdaderas y una falsa. Sus declaraciones fueron:

Lefty: "Yo no maté a Torelli. Nunca tuve un revólver de mi propiedad. Spike lo mató."

Red : "Yo no maté a Torelli. Nunca tuve un revólver de mi propiedad. Los otros tipos están tratando de hacerse los inocentes".

Dopey: "Yo no se nada del asesinato. Nunca vi a Butch antes. Spike es el culpable".

Spike: "Yo soy inocente. Butch es el culpable. Lefty mintió cuando dijo que había sido yo. "

Butch: "Yo no sé nada del asesinato. Red es el culpable. Dopey responderá por mi; él me conoce desde hace años."

¿Quién es el culpable?. ¿Cuál fue la mentira de Spike?

TIEMPO: 20 minutos.

- o - o - o - o -

Favor de poner su nombre, edad y escuela de que proviene en todas las hojas de ~~una~~ respuesta que entregue.

- o - o - o - o -

Química de la U.N.A.M. Solamente 2 lograron responder correctamente las cuatro preguntas.

ANALISIS COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.

Dada la diferencia en el tipo de pruebas aplicadas, no es posible realizar una comparación rigurosa entre los resultados obtenidos aquí y los de anteriores investigaciones.

En la TABLA VIII, se presenta un aspecto global del desarrollo del pensamiento formal en el estudiantado mexicano. Al compararse los resultados para alumnos de primer ingreso a Universidades, con los reportados por Mc.Kinnon y Renner (13), se observan marcadas diferencias cuantitativas:

ESTADIO	J.W. Mc.Kinnon		Presente	
	J.W. Renner (1971)		Estudio	
	No. de Alumnos	%	No. de Alumnos	%
Formal	33	25	9	4.3
Post-Concreto	32	25	53	25.5
Concreto	66	50	146	70.2
Total	131		208	

Sin embargo estas diferencias, debidas a diferentes medios y criterios de evaluación, no impiden llegar a concluir, que un elevado porcentaje de los estudiantes que inician sus estudios profesionales, carecen de los recursos necesarios para asimilarlos y cubrir con éxito cualquier plan de estudios.

TABLA VIII

RELACION DEL NIVEL DE ESCOLARIDAD CON EL NIVEL
DEL DESARROLLO INTELECTUAL DEL INDIVIDUO.

ESTADIO		3 año de	Nivel	L I C E N C I A T U R A			
		Secundaria	Intermedio	1er.sem.	3er.sem.	5° sem.	6° sem.
Formal	Alumnos	0	11	9	2	15	17
	%	-	9.8	4.3	7.14	15.0	22.0
Post- Concreto	Alumnos	1	25	53	8	30	28
	%	0.7	22.3	25.5	28.57	30.0	36.4
Concreto	Alumnos	148	76	146	18	55	32
	%	99.3	67.9	70.2	64.29	55.0	41.6
	TOTAL	149	112	208	28	100	77

CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES.

Un análisis de los resultados obtenidos, conduce de inmediato a establecer dos puntos fundamentales:

1. La edad en que se inicia la etapa del pensamiento formal, así como el lapso necesario para que alcance un total desarrollo, no pueden establecerse a priori, ya que varían ampliamente entre los individuos y entre una y otra sociedad.
2. La transición entre los períodos de pensamiento concreto y pensamiento formal, no se produce en una forma brusca sino, por el contrario, mediante una evolución lenta y continuada. De aquí la utilidad y necesidad de incorporar una etapa intermedia de operaciones post-concretas.

Ambos hechos, lejos de contradecir la estructura básica de las teorías de Jean Piaget, tienden a confirmarla al demostrar un desarrollo escalonado del pensamiento y una influencia determinante del medio que envuelve al sujeto.

Respecto al retraso en el desarrollo intelectual de los estudiantes, es preciso analizar sus consecuencias.

Al ingresar a las Universidades, caso específico la Facultad de Química, el alumno se enfrenta no sólo a un medio ambiente completamente nuevo, sino que entra de lleno a un nivel de estudios que, a pesar de no ser muy elevado, suele estar por encima de las capacidades del estudiante que arrastra una deficiente preparación.

Los alumnos cursan cinco materias durante el primer semestre,

común a todas las carreras que se imparten, debiendo adquirir en este lapso una serie de conceptos básicos en los cuales cimentará los posteriores conocimientos.

Todas las "materias básicas" requerirán en mayor o menor medida, que el estudiante posea un nivel de pensamiento formal. Como generalmente no se presenta esta situación, el alumno tratará de memorizar los conceptos que es incapaz de comprender. A medida que pasa el tiempo, el sujeto depende cada vez más de tablas y formularios y cada vez menos de su criterio y razonamiento.

Al final del proceso, se obtiene generalmente un técnico de cerebro encasillado y no el profesional creativo y dinámico que requiere el país.

Sin duda, puede atribuirse a la educación elemental la mayor responsabilidad en impulsar el desarrollo intelectual. Pero no sería prudente permanecer en una actitud pasiva y esperar que los cambios sucedan por si solos. Mc.Kinnon y Renner (13) han abierto una posibilidad: impartir a los alumnos de primer ingreso un curso especialmente diseñado para incrementar la capacidad de razonamiento y abstracción*.

Obteniéndose el material necesario, podría ser adaptado y programado por organismos especializados, como es el caso de DIDACTA que actualmente está llevando a cabo un ambicioso plan de trabajo en el campo de tele-aulas y video-cassettes.

*En los Estados Unidos se cuenta ya con amplio material educativo basado en las teorías de Piaget. Ver Apéndice.

Pero los mejores proyectos acabarán por hundirse si no se dispone de maestros en calidad y número suficientes. Es importante que el profesor posea sólidos conocimientos de psicología del aprendizaje y de psicología general de la inteligencia.

No es algo simple permitir al alumno aprender activamente. Es más fácil impartir una lección aunque su rendimiento sea pequeño. Los métodos audio-visuales deberán prestar grandes servicios para ayudar a los estudiantes a desarrollar su razonamiento. Modelos físicos, películas, transparencias, etc., facilitarán la enseñanza de conceptos imposibles de observar directamente y ayudarán a que las materias se impartan en forma clara y atractiva, lo que producirá definitivamente un mayor aprovechamiento de los recursos educativos.

Sin embargo, las ayudas audio-visuales no son más que ayudas. Sólo con la estrecha colaboración del personal académico, la orientación de especialistas y la participación del alumnado, podrán obtenerse resultados satisfactorios.

Y tener presente una idea fundamental:

Hay que aprender para poder enseñar.

A P E N D I C E .

FUENTES DE INFORMACION SOBRE PROGRAMAS EDUCATIVOS
BASADOS EN LOS CONCEPTOS DE PIAGET.

Physics Teaching and the Development of Reasoning Workshop
Materials, AAPT Executive Office, Graduate Physics Building,
S.U.N.Y., Stony Brook, N.Y. 11794.

Biology Teaching and the Development of Reasoning Workshop
Materials, Lawrence Hall of Science, Berkely, Cal. 94720.

Science Teaching and the Development of Reasoning Workshop
Materials, Lawrence Hall of Science, Berkeley, Cal. 94720.
(incluye materiales de física, química, biología, geografía,
etc.)

College Teaching and the Development of Reasoning Workshop
Materials, ADAPT, 213 Ferguson Hall, University of Nebraska-
Lincoln, Lincoln, Nebraska 68588.

(incluye las áreas de antropología, economía, inglés, historia,
matemáticas, filosofía y física).

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

1. Copi, I., *Introducción a la Lógica*, Editorial Universitaria de Buenos Aires, (1969).
2. Inhelder, B. y J. Piaget, *De la Lógica del Niño a la Lógica del Adolescente*, Editorial PAIDOS, Buenos Aires, (1972).
3. Lerbert, G., *Qué ha dicho verdaderamente Piaget*, Editorial DONCEL, Madrid, (1972).
4. Lovell, K., *Desarrollo Integral del Hombre*, Publicaciones Cultural, S.A., México, (1976).
5. Mahan, B.H., *Elementary Chemical Thermodynamics*, 16-17, W.A. Benjamin Inc., New York, (1964).
6. Miller, I. y J. Freund, *Probabilidad y Estadística para Ingenieros*, Editorial Reverté Mexicana, S.A., México, (1973).
7. Piaget, J., *Lógica y Psicología*, Colección Beta, A. Redondo Editor, Barcelona, (1972).
8. Piaget, J., *Seis Estudios de Psicología*, Editorial Seix Barral, S.A., México, (1975).
9. *Nueva Enciclopedia Sopena*, 1, 38, Editorial Ramón Sopena S.A., Barcelona, (1960).
10. Dale, L.G., *The Growth of Systematic Thinking: Replication and Analysis of Piaget's First Chemical Experiment*, *Aust. J. of Psych.*, 22, 277-286, 3, (1970).
11. Fuller, R.G., R. Karplus, A.E. Lawson, *Can Physics Develop Reasoning?*, *Physics Today*, 23-28, Feb. (1977).
12. Herron, J.D., *Piaget for Chemists*, *J. of Chem. Educ.*, 52, 146-150, (1975)

13. Mc.Kinnon, J.W. y J.W. Renner, Are Colleges Concerned With Intellectual Development?, Amer. J. of Phys. 39, 1047-1052, (1971).
14. Boletín del Area de Fisicoquímica, 3, 4, Facultad de Química, México, (1977).