



197  
1

# Universidad Nacional Autónoma de México

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
" ARAGON "

IMPORTANCIA Y NECESIDAD DE LA INVESTIGACION  
EXPERIMENTAL EN LA EDUCACION

**T R A B A J O**

QUE PARA OPTAR POR EL TITULO DE  
LICENCIADO EN PEDAGOGIA

P R E S E N T A

**NORMA JOSEFINA ARIAS GONZALEZ**

San Juan de Aragón, Edo. de México, 1982



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## INDICE GENERAL

INTRODUCCION	I
1. INVESTIGACION Y EDUCACION.	
1.1 <u>La educación como fenómeno real.</u> . . . . .	1
1.2 <u>La investigación científica en el terreno educativo.</u> . . . . .	4
1.3 <u>La Pedagogía como disciplina científica.</u> . . . . .	12
1.3.1 Definición y características de la investigación educativa . . . . .	15
1.3.2 Finalidades, posibilidades y limitaciones de la investigación educativa . . . . .	17
1.3.3 Tipos de investigación educativa . . . . .	22
2. INVESTIGACION EXPERIMENTAL.	
2.1 <u>Características fundamentales de la investigación experimental.</u> . . . . .	25
2.2 <u>Validez interna y externa de los experimentos.</u> . . . . .	39
2.3 <u>Razones para realizar experimentos en el terreno educativo.</u> . . . . .	46

3.	MODELOS Y DISEÑOS EXPERIMENTALES. . . . .	50
3.1	<u>Modelos experimentales.</u> . . . . .	55
3.1.1	Modelo de grupo de control pretest- postest . . . . .	57
3.1.2	Modelo de grupo de control con postest únicamente. . . . .	62
3.1.3	Modelo de cuatro grupos de Solomon. . . . .	66
3.2	<u>Diseños experimentales.</u> . . . . .	71
3.2.1	Diseños de una sola variable indepen- diente. . . . .	73
3.2.2	Diseños de dos o más variables inde- pendientes. . . . .	83
3.3	<u>Proposición de proyectos para realizar un ex- perimento en la E.N.E.P. Aragón</u> . . . . .	91
4.	PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA ESTADISTICA A UTILIZAR EN LA EXPERIMENTACION. . . . .	98
4.1	<u>Prueba A.</u> . . . . .	106
4.2	<u>Prueba t simple</u> . . . . .	114
4.3	<u>Prueba t apareada</u> . . . . .	120
4.4	<u>Rango de Duncan</u> . . . . .	125
4.5	<u>Análisis factorial de varianza.</u> . . . . .	138
5.	IMPORTANCIA Y NECESIDAD DE EXPERIMENTAR EN EDUCACION	157

CONCLUSIONES . . . . .	IV
GLOSARIO ESTADISTICO . . . . .	VIII
BIBLIOGRAFIA . . . . .	IX

## INTRODUCCION

La época actual es sin duda, la más compleja que ha vivido el hombre desde que apareció sobre la superficie de la tierra. Los notables avances científicos que imperan ahora en todos los ámbitos del conocimiento humano, ejercen marcada influencia en las sociedades en cuyo seno se desarrollan.

Sin embargo y como consecuencia de estos hechos, simultáneamente se van dando grandes cambios pero a la vez también grandes problemas.

Las necesidades sociales que van surgiendo plantean una serie de requerimientos que deben ser satisfechos, entre ellos está el de la problemática educativa.

Por lo tanto, es claro que se deben proporcionar cada vez más, los elementos necesarios para optimizar los métodos, medios y recursos educativos existentes; lo cual solo será posible si se incrementa la investigación científica en el terreno educativo.

Entre los muchos problemas pedagógicos que han surgido, algunos solo pueden ser resueltos mediante métodos de investigación rigurosos, situación que hace necesaria la investigación

experimental en la educación.

Pero ésta, dado sus características propias, presenta cierta problemática que hace difícil su aplicación en nuestro medio.

Desde el punto de vista metodológico; su instrumentación es difícil, ya que se requiere de un gran conocimiento y experiencia; y por otro lado son pocas las instituciones e investigadores que se dedican a ella.

Por tal razón, el objetivo principal de este trabajo es explicar qué es la investigación experimental con el fin de clarificarla para resaltar su importancia, que aunque generalmente es admitida en el terreno teórico, en la práctica ha sido escasamente promovida.

En el primer capítulo se proporciona un panorama general acerca de lo que es la educación, la ciencia y la Pedagogía; además se explica qué es la investigación educativa y su situación en nuestro país; y en la última parte, se detallan cuáles son los tipos de investigación educativa.

En el capítulo segundo se abordan las características específicas de la investigación experimental y se justifican

### .III.

las razones por las que ésta debe aplicarse al terreno pedagógico.

El capítulo tercero plantea los modelos y los diseños experimentales destacando sus aspectos generales y sus características principales.

En el capítulo cuarto se explican ciertos procedimientos estadísticos para evaluar resultados en la experimentación, abordándose las pruebas más comunes puesto que son muy numerosas las que existen.

Y por último, el capítulo quinto retoma lo tratado en capítulos anteriores para destacar la necesidad e importancia de la investigación experimental en la educación; valorizándola con un criterio totalmente objetivo.

# 1 INVESTIGACION Y EDUCACION

## 1.1 La educación como fenómeno real.

El concepto de educación ha sido objeto de múltiples - análisis y discusiones, sin haber llegado hasta la actualidad, a una definición general que sea aceptada como la correcta y válida.

Lo que no se puede negar es que la educación existe, - y que es algo mucho más complejo de lo que puede contenerse en cualquier concepto, por muy amplio que éste sea. Es por ello que el término "educación" nunca podrá definirse en - abstracto, sino siempre en relación con la realidad de la cual forma parte.

Esto puede comprenderse mejor si se explica lo que es la realidad. La realidad en su acepción más amplia -- es aquella que existe objetivamente, que está ahí, que se da - independientemente de que la subjetividad humana desee o no - aceptarla.

Nassif define a lo real como "lo inserto en el espacio y el tiempo: lo que está en el espacio y se desenvuelve en el tiempo" (1).

(1) RICARDO NASSIF, Pedagogía general, 9.

Atendiendo a estos dos significados podemos afirmar -- que la educación es un fenómeno real, ya que se produce objetivamente en un espacio y un tiempo determinado. Se -- produce en un espacio porque la vida de todas las sociedades -- necesariamente debe desenvolverse en un ámbito físico; y en -- un tiempo porque ha existido siempre. Desde que el hombre se congregó en grupos sociales, ha tenido que experimentar los -- cambios que la temporalidad ha ido imprimiendo a las diversas épocas históricas.

Por lo anterior, no se puede concebir a la educación -- sin relacionarla con la sociedad; de hecho nació con -- ella y morirá con ella. En ninguna otra congregación animal, excepto la humana, se ha contemplado el fenómeno educativo.

Por lo tanto, la educación es una realidad que se encuentra inserta en otra realidad más compleja y compuesta por gran cantidad de factores y elementos entre los que se establecen variadas relaciones: la realidad humana. Por -- ello es que se afirma que la educación se recibe en todas las situaciones a través de las cuales el hombre interacciona con el medio que lo rodea.

Esto implica que la educación no solo es un fenómeno real sino además complejo. Hoy en día y considerando

que la educación es un proceso inseparable de las agrupaciones humanas; la multiplicidad de las formas y estructuras que las sociedades actuales han adoptado tiende a imprimir también en el hecho educativo innumerables y sustanciales modificaciones.

Es de uso común hablar ahora de educación informal, no formal y formal; sistemática y asistemática; escolarizada y no escolarizada; etc. Pero a pesar de estas diversas clasificaciones, lo que se debe entender es que la educación es un hecho real, aunque complejo e intrincado y difícil de explicar con una simple definición.

Sin embargo, para no dejar en el vacío el concepto de educación, es necesario aclarar que se acepta generalmente aquella definición que la caracteriza como un bien, un proceso y un producto cultural.

Específicamente este enfoque propone a la educación como un proceso a través del cual una cultura sobrevive por medio de la transmisión de conocimientos y valores de generación en generación. Esto implica que la educación es el instrumento mediante el cual se mantienen y preservan las fuerzas y relaciones sociales existentes.

Pero aquí se le define, solo como un intento de aproxi-

mación a lo que realmente es, de la siguiente forma:

La educación es un hecho real que transforma el ser individual y social del hombre, proporcionándole así, -- elementos para elaborar su propia cosmovisión del mundo que le rodea y por lo tanto ejercer comportamientos acordes con dicha cosmovisión, ya sea para preservar las condiciones en las que se desenvuelve su propia realidad o bien para transformarlas.

La anterior definición implica en cierto modo, se admite, que esa forma especial de ver el mundo, puede ser -- transmitida culturalmente de generación en generación, pero -- también puede obtenerse de otras vivencias que no precisamente son transmitidas por las generaciones precedentes. Y aún hay -- algo más: la educación no solo coadyuva al mantenimiento y -- preservación de las sociedades, sino que ella misma proporciona los elementos para transformarlas puesto que modifica constantemente, como ya se dijo, el ser total del hombre.

#### 1.2 La investigación científica en el terreno educativo.

La educación al ser una realidad objetiva es suscepti-

ble de investigación científica. Una de las características - precisamente del conocimiento científico es su carácter fáctico, pues "parte de los hechos reales, los estudia independientemente de su valor emocional o comercial" (1). Pero el conocimiento científico se obtiene a través de la investigación, - que Kerlinger define de la siguiente manera: "La investigación científica es una investigación sistemática, controlada, empírica y crítica, de proposiciones hipotéticas sobre las supuestas relaciones que existen entre fenómenos naturales" (2).

Sin embargo, cuando se habla de investigación científica debe hacerse mención a los conceptos de ciencia - y método científico.

Sobre la ciencia hay infinidad de enfoques que han sido expuestos por muy diversos autores, pero se coincide -- generalmente en definirla como un sistema de conocimientos metódicamente construido, los cuales pueden ser demostrados y verificados prácticamente y con los que se busca una generalización de los hechos para determinar y controlar los fenómenos. De este modo la ciencia tendría como características principales, el ser (3):

- (1) MARIO BUNGE, La ciencia, su método y su filosofía, 16.
- (2) FRED N. KERLINGER, Investigación del comportamiento, 7.
- (3) MARIO BUNGE, o.c., 16-34.

- Objetiva: porque parte de hechos reales y produce resultados reales.
- Explicativa: porque además de dar a conocer y describir los hechos, rinde una explicación de ellos en cuanto a sus orígenes y relaciones.
- Metódica: porque planea rigurosamente las formas a través de las cuales se va a obtener el conocimiento de los fenómenos.
- Verificable: porque los conocimientos que obtiene pueden someterse a comprobaciones empíricas.
- Predictiva: porque no solo explica como son los hechos sino como probablemente serán.
- Generalizable: porque los resultados que obtiene acerca de los hechos particulares puede extenderlos a una gama de sucesos más amplia, ya que parte de una realidad en la cual los fenómenos se dan individualmente pero no aisladamente.

En lo que se refiere al objetivo central de la ciencia, aún existen bastantes discrepancias. Por una parte al-

gunos autores afirman que la ciencia se propone fundamentalmente conocer al mundo, es decir, construir explicaciones sistemáticas sobre lo que acontece en el medio; se plantea entonces -- que el propósito específico y fundamental de la ciencia es la formulación de teorías, es decir, de explicaciones acerca de -- los sucesos que se dan en la realidad. Por ello si los descubrimientos científicos son aplicados para buenos o malos propósitos, éste es un problema definitivamente ajeno a la ciencia (1).

Por otra parte, hay quien se manifiesta contrariamente argumentando que la ciencia no solo se propone la construcción de teorías, sino la transformación de la realidad y -- fundamentalmente de la sociedad. En este sentido Tecla Jiménez y Garza Ramos manifiestan su rechazo al carácter estrictamente utilitario de las ciencias pues consideran que el avance científico debe ser un instrumento que relacionado con un progreso continuo, coadyuve al cambio revolucionario de las relaciones -- sociales existentes (2).

Esta discusión ha surgido porque a la ciencia se le ha conceptualizado desde dos puntos de vista: estático y dinámico (3).

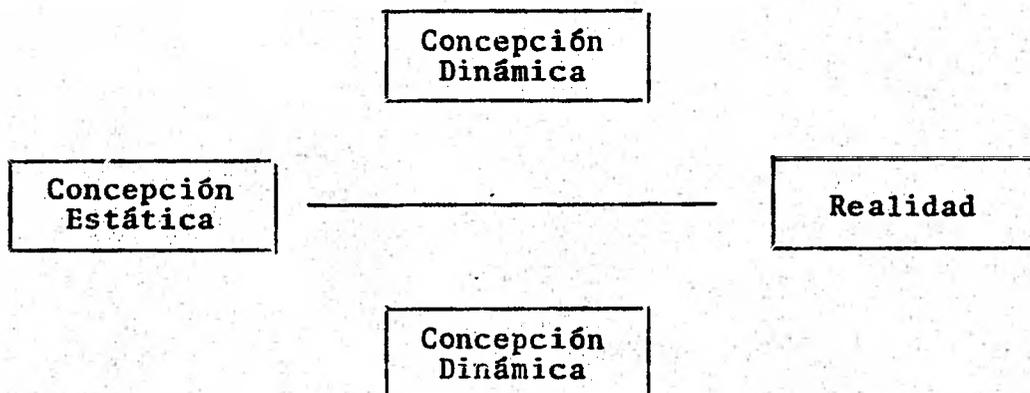
- (1) FRED N. KERLINGER, Enfoque conceptual de la investigación del comportamiento, 15-18.
- (2) ALFREDO TECLA J. Y ALBERTO GARZA R., Teoría, métodos y técnicas en la investigación social, 26.
- (3) FRED N. KERLINGER, Investigación del..., 5.

La concepción estática de la ciencia, la considera como aquella cuyo fin consiste en incrementar o perfeccionar los conocimientos que se tienen acerca de la realidad, nos da los elementos para comprender mejor el medio que nos rodea. Su búsqueda, por lo tanto, está orientada siempre a la formación de nuevas teorías.

La concepción dinámica de la ciencia la caracteriza -- como aquella que basándose en los descubrimientos logra dos, busca aplicaciones inmediatas para controlar los fenómenos y transformar así la realidad en función del bienestar del hombre. Desde este punto de vista se considera a la ciencia como un proceso activo, constante y sistemático.

Así pues, partiendo de estas concepciones se ha planteado la cuestión de si la ciencia se propone fines prácticos y específicos o simplemente el conocimiento y aprehensión del mundo objetivo.

El problema consiste en que generalmente se hace una -- separación tajante entre las concepciones estática y -- dinámica, cuando la ciencia siendo estática -al producir teorías- o dinámica -al aplicar dichas teorías- se ocupa de una -- misma y sola realidad y constituye un sistema único, como se -- observa en el siguiente esquema:



en donde la ciencia considerada estáticamente se nutre de la --  
realidad y la explica. Pero para explicarla necesita aplicar --  
ciertas teorías y principios, por lo que se vuelve entonces --  
ciencia dinámica.

La estrecha relación que une a ambas concepciones es --  
clara, pues en la realidad "un mismo problema, plantea-  
do y resuelto con cualesquiera fines puede dar una solución que  
tenga ambos valores: el cognitivo y el práctico" (1).

Lo importante pues, es que la ciencia proponiéndose o --  
no fines prácticos ha sido la base para la modificación  
del medio y para la transformación de la vida humana.

(1) MARIO BUNGE, La investigación científica, 208.

Esto ha sido posible gracias a que la plataforma sobre la cual realiza sus investigaciones es sólida y firme: el método científico.

Puede considerarse a este último como el procedimiento planeado y sistemático que se sigue en la investigación para descubrir las causas de los fenómenos y sus enlaces internos y externos. El método científico es pues el instrumento -- fundamental de la ciencia, pero como tal no debe ser considerado como un recetario para obtener las respuestas correctas a -- los problemas que se le plantean sino como una guía, susceptible de modificación y perfeccionamiento, para llegar al conocimiento (siempre relativo) del mundo.

La consideración anterior es de gran importancia, ya -- que cualquier actitud dogmática para quien pretende -- hacer ciencia puede desvirtuar el resultado de sus investigaciones:

"El partidario del método científico no se apegará obstinadamente al saber, ni siquiera a los medios consagrados para adquirir conocimiento, sino que adoptará una actitud investigadora: se esforzará por aumentar y renovar sus contactos con los hechos y el almacén de las ideas mediante las cuales los hechos pueden entenderse, controlarse y a veces reproducirse" (1).

(1) MARIO BUNGE, La ciencia, su método..., 67.

Así pues, una vez que se ha explicado lo que es la --  
ciencia, el método y la investigación científica; se --  
puede comprender porque es posible realizar investigación cien --  
tífica en el terreno educativo.

La educación es un fenómeno que como ya se estableció --  
con anterioridad, se produce en el seno de las socie --  
dades humanas y cuya realidad no puede ser negada ya que es --  
objetiva y tangible.

Los problemas que forzosamente surgen de la práctica --  
educativa son precisamente aquellas fuentes a las cua --  
les se va a acudir para hacer investigación científica. A me --  
nudo dadas las múltiples necesidades y dificultades que surgen,  
se buscan aquellos medios que puedan conducir a un incremento --  
en el control y sistematización de la educación, para hacer de  
ella una actividad basada en el conocimiento científico y no --  
simplemente un producto de la tradición y del saber que a tra --  
vés de largos años se ha ido acumulando empíricamente.

Es claro entonces, que es posible y necesario hacer in --  
vestigación científica en el terreno educativo, ya que  
es la forma más adecuada de optimizar, sobre bases sólidas, --  
los recursos, medios y procedimientos con que cuenta la educa --  
ción actual.

1.3 La Pedagogía como disciplina científica.

Así como existe una diversidad de enfoques y puntos de vista para definir qué es la educación, de la misma forma se ha establecido una discusión acerca de lo que es la Pedagogía: una ciencia, una disciplina, una filosofía, etc.

Para llegar a una definición consideremos que la Pedagogía presenta las características de una ciencia, ya que tiene un objeto de estudio específico: la educación, a la que ha analizado utilizando procedimientos y medios científicos para poder hacer generalizaciones válidas y aplicables. Tiene además la Pedagogía una sólida base formada por teorías, principios y leyes acerca del fenómeno educativo. Además, con respecto a éste, constantemente está efectuando investigaciones para realizar nuevos descubrimientos y así superar los conocimientos que poseía anteriormente.

Esto implica que la Pedagogía no encuentra satisfacción a sus metas con solo describir y explicar los hechos educativos, sino que intenta descubrir las causas que los originan y las relaciones y conexiones que se establecen entre ellos.

Pero la Pedagogía va más allá de lo estrictamente científico y presenta las características de una filosofía normativa porque se propone fines específicos que tienen que ver con el ser del hombre. La Pedagogía tiene entonces que responder a las preguntas: ¿para qué educar al hombre? ¿cómo formarlo? ¿con qué fines, hacia qué metas?. En suma, si la Pedagogía se ocupa de la educación, forzosamente debe proporcionar las bases para la elaboración del proyecto humano que toda sociedad espera realizar.

La cuestión de cómo va a proporcionar dichas bases significa que en primer término, la educación debe clarificar como concibe al hombre: si como un ser influenciable y dirigible o como un ser cuya necesidad fundamental consiste en la realización de sus propias opciones.

De esta concepción determinada que se tiene del hombre, se derivan los fines que esperan conseguir los planes, estrategias y políticas educativas concretas.

Partiendo de las consideraciones anteriores, se concluye que la Pedagogía presenta simultáneamente las características de una ciencia y de una filosofía normativa, razón por la que ha sido difícil establecer su definición.

La Pedagogía no puede ser exclusivamente una ciencia -- porque se propone realizar acciones relacionadas con -- lo que el hombre debe ser; y cuando se entra en el terreno del deber ser, se abarcan juicios valorativos e interpretaciones -- subjetivas pero ya no científicas.

Duverger establece que la principal característica de -- la ciencia es que estudia lo que es, es decir la realidad objetiva; y no lo que debe ser. Por lo tanto los enfoques normativo y científico son incompatibles. Sin embargo, es posible adoptar una determinada postura ante un conocimiento y -- que esté en concordancia con un concepto de valor a priori; con lo cual no se hace un trabajo estrictamente científico, pero -- sí lo que se ha denominado disciplina científica; como por --- ejemplo el Derecho (1).

Con referencia a lo anterior, se define a la Pedagogía como una disciplina científica que haciendo uso de los medios propios de la ciencia pero siguiendo la línea de un determinado fin, proporciona las bases para el conocimiento y -- control del fenómeno educativo en función de lo que se espera -- hacer del hombre.

Para ello el instrumento de que se sirve la Pedagogía -- es la investigación educativa, que se explicará breve-

(1) MAURICE DUVERGER, Los métodos de las ciencias sociales, 51.

mente a continuación.

### 1.3.1 Definición y características de la investigación educativa.

La investigación educativa es precisamente aquella investigación científica cuyo objeto de estudio es la educación. Aquí se le define como el proceso sistemático, racional y controlado a través del cual se busca descubrir las causas de los problemas educativos y sus interrelaciones, con la finalidad de lograr su eficiente solución.

Las fuentes de la investigación educativa son tanto de carácter ordinario (es decir los conocimientos acumulados empíricamente), como de carácter científico (es decir los conocimientos ya establecidos en teorías, principios y leyes). Por ejemplo tomemos el caso de un profesor que observa, en el curso de su trabajo cotidiano, que sus alumnos logran mayores rendimientos cuando los contenidos de las asignaturas se les presentan por medios audiovisuales. Quizá pretenda sobre esta base promover o realizar él mismo una investigación, la cual deberá partir tanto de la experiencia obtenida al lado de los alumnos, como de sustentaciones teóricas ya ratificadas científicamente.

ficamente sobre los métodos de enseñanza audiovisual.

Sin embargo, algo que no debe olvidarse es que incluso las propias sustentaciones teóricas pueden quedar inválidas total o parcialmente en el curso del estudio en que se vean involucradas, por lo cual en ocasiones deberán ser modificadas o reconstruidas. Y esto sucede en la investigación educativa como en cualquier otro tipo de investigación.

Las características de la investigación educativa y que se citan a continuación, corresponden a las que son inherentes a la investigación científica en general:

- Sistemática; ya que se forma de un conjunto organizado de postulados, proposiciones, hipótesis, teorías y categorías; las cuales se emplean para explicar las causas y relaciones internas y externas de los fenómenos educativos.
- Controlada; ya que se sujeta a una rigurosa supervisión lógica y metodológica en todas sus etapas.
- Empírica; ya que el fenómeno que estudia es real: la educación; así como los resultados que obtiene pueden verificarse objetivamente.

No obstante estas características, quien pretenda hacer investigación educativa debe tener presente que:

"La investigación científica no termina en un final único, en una verdad completa: ni siquiera busca una fórmula única capaz de abarcar el mundo entero. El resultado de la investigación es un conjunto de enunciados más o menos verdaderos y parcialmente interconectados" (1).

Por tanto, las aportaciones que proporcione la investigación educativa deberán ser consideradas como una guía confiable y sistemática para la comprensión de los problemas -- de la educación, pero no como elementos únicos y suficientes -- para su solución.

### 1.3.2 Finalidades, posibilidades y limitaciones de la investigación educativa.

Considerando las características de la investigación educativa, se puede afirmar que sus finalidades (en referencia a la realidad a la cual debe responder) son:

- Elaborar teorías, principios y leyes que expliquen los fenómenos educativos para así poder controlarlos.

(1) MARIO BUNGE, La investigación..., 47.

- Como consecuencia de lo anterior, contribuir al --  
avance y desarrollo de la Pedagogía como disciplina --  
científica.

- En la práctica sobre los hechos, optimizar y reno--  
var los medios y métodos educativos empleados hasta --  
ahora.

- En suma, elevar el mejoramiento general de la edu--  
cación.

Por tales razones, la investigación educativa debe pla--  
near y proponer las estrategias necesarias para el me--  
jor aprovechamiento y rendimiento de los recursos existentes; --  
y para implementar las innovaciones posibles y aplicables a si--  
tuaciones reales, sometiendo estas acciones a una evaluación --  
permanente cuyo fin estaría definido en el continuo perfeccio--  
namiento del proceso educativo.

No obstante resulta sumamente difícil llevar a cabo es--  
tos propósitos. Hay que considerar que la investigación  
educativa tiene posibilidades para avanzar pero también, limita--  
ciones que frenan ese avance.

Quizá su mayor limitación es que la investigación científica aplicada a la educación es más o menos reciente y por lo tanto sus resultados no han logrado el reconocimiento y la aceptación que tienen los que corresponden a otras áreas de investigación.

Otras de sus limitaciones, considerando la situación de México son (1):

- Hay un déficit de investigadores especializados en el área educativa y el personal con que se cuenta, en la mayoría de los casos, es entusiasta pero precariamente preparado en lo que se refiere al correcto manejo de la metodología de investigación. Por otra parte las oportunidades de actualización son escasas y poco sistemáticas. En general no existe una política definida de formación de investigadores a nivel nacional.

- Existe poca continuidad en los estudios e investigaciones que se hacen, lo que implica un considerable desperdicio de recursos económicos y humanos.

Por otra parte hay muy pocas instituciones que se dedican a la investigación educativa, la mayoría de las cuales desafortunadamente adolecen de ciertas deficiencias pues no

(1) Plan maestro de la investigación educativa, Cap. II, 2-43.

cuentan con los medios adecuados para la generación, el seguimiento y la evaluación de los proyectos. Además de que entre ellas existe una débil comunicación y colaboración.

- Aunque los proyectos que se realizan sí responden a problemas reales, no hay una correspondencia lógica entre los problemas que se investigan y la real importancia - (jerárquicamente) de éstos.

Lo anterior es consecuencia de que no existe una definición de prioridades acerca de los temas más urgentes a investigar, por lo que cada institución elige aquellos problemas que le parecen más importantes desde su punto de vista muy particular.

- A pesar de que en los últimos años han aumentado - los recursos financieros para realizar investigación - educativa, aún resultan insuficientes e inadecuados para las - necesidades que se deben cubrir.

- Cuando se logran hacer estudios que arrojan buenos resultados, éstos no se aplican con efectividad en la práctica cotidiana de la política educativa y las instituciones escolares, lo que es bastante desalentador.

Pero estas limitaciones no implican que la investigación educativa no tenga posibilidades de avance, sino que por el contrario pueden constituirse en motor de su propio desarrollo. Algunas de estas posibilidades son:

- El mismo progreso general de la ciencia puede ir -- marcando pautas de mejoramiento a la investigación educativa.

- Dirigir esfuerzos para diseñar planes que, estrictamente apegados a la realidad, indiquen los caminos -- a seguir para obtener mejores resultados.

- Detectar problemas que sean relevantes para establecer jerarquías de prioridad en lo que se refiere a su correspondiente investigación y solución.

- Preparar en el ámbito de la educación superior, -- las condiciones adecuadas para la formación de más y -- mejores investigadores.

Lo que fundamentalmente se debe entender es que el significado de la investigación educativa "no puede comprenderse cabalmente mediante la mera descripción de sus componentes más obvios (instituciones, investigadores, proyectos, --

etc.) aún incluyendo en éstos sus aspectos cualitativos" (1).

Esto quiere decir que la realidad dentro de la cual se desenvuelve la investigación educativa, es una totalidad compleja en la que los motivos y sucesos políticos y económicos juegan un papel importante, por lo que sus posibilidades y limitaciones estarán siempre relacionadas con el contexto en el que se halla inserta.

### 1.3.3 Tipos de investigación educativa.

Hay varios tipos de investigación educativa, los que -- por sus características metodológicas, se dividen de -- la siguiente forma:

- a) Investigación histórica: Consiste en la recopilación, análisis e interpretación de los datos de sucesos educativos que se dieron en el pasado, con la finalidad de obtener experiencias valiosas para comprender el presente y predecir y controlar el futuro.
- b) Investigación descriptiva: Su objetivo principal es el conocimiento e interpretación de los

(1) Ibídem, Cap. II, 3.

fenómenos que existen en el momento. Consiste en describir, recopilar, registrar y analizar datos extraídos de las condiciones en que el fenómeno estudiado se desenvuelve; con la finalidad de identificar y predecir las interrelaciones que existen entre las variables o factores que dan lugar al problema investigado. Algo importante a considerar es que "el proceso de la investigación descriptiva rebasa la mera recogida y tabulación de datos. Supone un elemento interpretativo del significado e importancia de lo que se describe" (1).

c) Investigación causal: Se propone determinar la relación causa-efecto que existe entre las variables que intervienen en un fenómeno. Son dos los subtipos de investigación causal:

- Causal no experimental (ex post facto): Es la investigación que estudia fenómenos que ya se produjeron pero de los cuales se desea saber sus causas y trabaja con variables que no son manipulables las cuales, desafortunadamente, son muy abundantes en el terreno pedagógico (2). En este tipo de investigación se parte del hecho

(1) JOHN BEST, Cómo investigar en educación, 92.

(2) MA. ELSA GUERRERO, Semejanzas y diferencias entre los estudios comparativos de la investigación descriptiva y los estudios ex post facto de la investigación causal, 52.

de que existe un efecto real -que no puede ser reproducido- y del cual se extraen deducciones - para determinar la relación que existe entre variables que dan lugar al problema estudiado. Las variables aunque no son manipuladas sí se controlan a través de diversas técnicas.

- Causal experimental: Su característica fundamental consiste en que para establecer la relación causa-efecto que existe entre las variables que intervienen en un fenómeno, ejerce una manipulación y control directo sobre las mismas. La ventaja de este tipo de investigación sobre los anteriormente mencionados, es la mayor precisión y seguridad que obtienen sus resultados debido al rigor con que se controlan y manejan las variables, las cuales, por tal razón deben ser siempre manipulables.

Los rasgos y características de la investigación experimental se tratarán con detenimiento en el capítulo siguiente.

### 2.1 Características fundamentales de la investigación experimental.

Para comprender las características fundamentales de -- la investigación experimental es necesario explicar antes qué es un experimento. Bunge lo define como "aquella clase de experiencia científica en la cual se provoca deliberadamente un cambio y se observa e interpreta su resultado con alguna finalidad significativa" (1).

Un experimento implica que quien lo lleva a cabo hace un manejo directo de ciertos eventos; utilizando instrumentos, anotando resultados de mediciones, repitiendo procedimientos, etc. Su utilización es básica en las ciencias físicas y naturales; y en cuanto a su aplicación a las ciencias sociales, se efectúa cuando se manipulan ciertas variables que son las supuestas causas de algunos hechos, con la finalidad de observar los cambios que pueden provocar en sus correspondientes efectos.

Por tanto la experimentación se ha convertido en un tipo de investigación muy efectivo en lo que se refiere a la determinación causal de diversos problemas educativos.

(1) MARIO BUNGE, La investigación..., 819.

Sin embargo, como veremos más adelante, esto no significa que los demás tipos de investigación sean inútiles, sino por el contrario, sus resultados sumados a los de los experimentos amplían las posibilidades para avanzar con consistencia en el conocimiento de la problemática pedagógica.

El rasgo más importante de la investigación experimental es el control. Este implica que el investigador tiene bajo su dominio los factores y condiciones que intervienen en el estudio.

En un experimento se controlan diversos aspectos: variables, instrumentos, mediciones, formas de muestreo, etc. En general el control puede considerarse como el conjunto de procedimientos que se utilizan en la investigación para evitar, en la mejor forma posible, errores que desvirtuen en su certeza científica los resultados de la experimentación.

Las variables que intervienen en un experimento se denominan variables dependientes y variables experimentales.

Por una parte están las variables independientes, es decir, las que se consideran como la causa de ciertos efectos (o variables dependientes); y por otra, las variables

extrañas, que son factores que siendo desconocidos para el investigador, intervienen en el experimento causando efectos que equivocadamente se le atribuyen a la variable independiente.

El control de las variables independientes se refiere a la manipulación de las mismas. El término "manipular" hace referencia al hecho de maniobrar con las manos directamente una cosa.

En la investigación experimental la manipulación significa que el investigador maneja directamente y a su arbitrio, las variables independientes que toman parte en el experimento. Y no solamente se limita a esto, sino que también puede hacer variar sus valores para estudiar los efectos que causan a distintos niveles.

Manipular por lo tanto significa dos hechos principales: administración de la o las variables independientes y la variación de las mismas, según el objetivo que persiga la investigación.

Un experimento implica en consecuencia, que las variables independientes serán manipuladas y que el efecto de esta manipulación deberá observarse en la variable dependiente.

Para estos efectos se hace necesaria la presencia de -- por lo menos dos grupos de comparación, en referencia a los cuales puedan observarse los cambios producidos por el -- manejo de la variable independiente:

- El grupo experimental, que es el conjunto de sujetos a los cuales se les administra la supuesta causa de un efecto o variable independiente.
  
- El grupo control, que es el conjunto de sujetos a los cuales no se les administra la variable independiente, pero que se utiliza como un parámetro para hacer diversas comparaciones.

Pongamos un ejemplo: si se quisiera saber si cierto método de enseñanza audiovisual de la lectura es más efectivo que el método tradicional; se aplicaría entonces el método audiovisual (variable independiente) al grupo experimental y el método tradicional al grupo control. Posteriormente el rendimiento de lectura en ambos grupos se mediría mediante ciertas pruebas y se compararía estadísticamente la diferencia. Si el grupo experimental obtuviera un mayor rendimiento concluiríamos que el método de enseñanza audiovisual de la lectura es más efectivo que el tradicional. En este caso los efectos de la variable independiente (método de enseñanza) pueden compar-

se en relación a los cambios de la variable dependiente (rendimiento en lectura) tanto en el grupo experimental como en el -- grupo control.

Pero no siempre un experimento se caracteriza por la -- comparación entre la aplicación de un tratamiento especial y la ausencia total del mismo; a veces a un cierto número de grupos se les puede aplicar varios tipos o grados de la variable independiente para observar sus efectos (1).

Por ejemplo si quisiéramos saber en qué medida aumenta o disminuye el rendimiento escolar de los alumnos a -- los cuales se les trata con severidad, podríamos utilizar tres grupos y administrarles la variable independiente "severidad" -- (a través del profesor) en diferentes grados a cada uno de --- ellos, en la siguiente forma:

Grupo 1. Grado cero de la variable independiente, -- es decir total ausencia de severidad.

Grupo 2. Grado. 0.5 de la variable independiente, -- es decir, tratar al alumnado con severidad en un término intermedio.

(1) JOHN BEST, o.c. 115 y 116.

Grupo 3. Grado 1 de la variable independiente, es decir, presencia completa y declarada de severidad.

Al finalizar el experimento se compararía el rendimiento escolar de los tres grupos para saber los efectos -- que provocaron los diferentes grados de la variable independiente manipulada.

Con estos simples ejemplos es posible percatarse de la forma como operan los experimentos generalmente en lo -- que se refiere al manejo de variables y de grupos de comparación, aunque más adelante se tratará esto con más detalle cuando se aborden los diferentes diseños experimentales.

En cuanto al control de variables extrañas, está básicamente dirigido a conocer, regular y minimizar sus efectos.

Las variables extrañas más comunes provienen de:

- Las características personales de los sujetos que toman parte en el experimento: edad, sexo, experiencias, motivación, expectativas, etc.

- El experimentador mismo: cuando comunica inadvertidamente (a través de su tono de voz, expresiones faciales, etc.) sus expectativas a los sujetos; -- registra datos con cierta tendencia a ver lo que desea ver; percibe resultados significativos donde no los hay; sus atributos personales (sexo, edad, simpatía) afectan las respuestas de los sujetos, -- etc. (1).
  
- Los estímulos experimentales: lugar específico, -- condiciones de iluminación, ventilación, etc.
  
- El muestreo inadecuado: cuando las características de la muestra elegida no son representativas de la población de que se extrajo, causan resultados que no se deben a la manipulación de la variable independiente y los descubrimientos del experimento no se pueden generalizar.

El control que el investigador puede ejercer sobre estas variables extrañas, llamadas tan atinadamente por Plutchik "variables independientes potenciales" (2), no se refiere a que se pueda determinar con precisión cuantos y cuales

(1) ROBERT PLUTCHIK, Fundamentos de investigación experimental, 177.

(2) Ibíd., 28.

son los factores que actúan sobre los organismos y las situaciones, sino en ejercitar algunas técnicas de control que, -- si bien no garantizan la validez total del experimento, la aumentan con mayor probabilidad.

Las cinco técnicas de control de variables extrañas -- básicas son (1):

- Eliminación: Se aplica cuando se tienen perfectamente localizadas las variables extrañas y por lo tanto es posible eliminarlas.
- Constancia en las condiciones: Se aplica cuando no es posible eliminar las variables extrañas y entonces se mantienen en condiciones o valores constantes.
- Balanceo: Se aplica cuando el método anterior no se puede utilizar. Son dos las razones por las --- que se acude al balanceo:
  - a) Cuando no es posible o bien no se desea identificar las variables extrañas. Se emplea -- entonces un grupo control y un grupo experi-- mental con el fin de equilibrar la situación,

(1) F.J. MC GUIGAN, Psicología experimental, 155-168.

administrándose la variable independiente solo al segundo. También se pueden utilizar grupos controles adicionales.

- b) Cuando a pesar de poder identificar las variables extrañas, se desean tomar las precauciones pertinentes. Se balancean los grupos integrándolos por el mismo número de sujetos, de un mismo sexo, iguales edades, iguales niveles de escolaridad, etc. También se balancean o equilibran los instrumentos con que se estimulará o evaluará a los sujetos.

El apareamiento de casos es considerado como una variante del balanceo. Consiste en localizar pares de sujetos que posean características iguales (solo algunas) y las cuales se consideren relevantes para la variable independiente que se manipulará. Una vez formadas estas parejas de sujetos, se asigna uno al grupo control y uno al grupo experimental. Este procedimiento solamente es válido cuando los pares de individuos son asignados al azar a los grupos de tratamiento (1).

(1) JOHN BEST, o.c., 117-119.

Otra técnica variante del balanceo es la de casos equilibrados. El procedimiento consiste en asignar los sujetos a los grupos experimental y control de una forma que dé como resultado que las medias y varianzas de los dos grupos sean lo más parecidas posible.

- Contrabalanceo: Cuando no es posible utilizar -- grupo control y experimental y se somete a los -- mismos sujetos a varias condiciones experimentales diferentes, se aplica esta técnica. El procedimiento consiste que las diferentes condiciones deben -- presentársele al sujeto en el mismo orden y el mismo número de veces que a todos los demás sujetos.
  
- Selección aleatoria: Se aplica para amortiguar el efecto de variables extrañas conocidas pero que no se pueden combatir por las otras técnicas; o bien si no se puede recurrir precisamente a otras técnicas porque se desconocen las variables extrañas. La selección aleatoria presenta tres aspectos fundamentales:

- a) Muestreo.- La aleatorización para el muestreo en el método experimental es esencial, ya que es uno de los medios más eficaces para incrementar la validez de los experimentos realizados. Si se parte de que el concepto "azar" implica que los sucesos se dan imprevistamente -- como producto de la casualidad, entonces "la -- principal ventaja de la aleatorización es que -- toma en cuenta numerosos factores en forma si-- multánea, sin que nos veamos obligados a saber cuales son" (1).

La importancia de que los sujetos que han de tomar parte en el experimento sean elegidos al -- azar, consiste en que si bien no se garantiza -- absolutamente la igualdad de los grupos, hay -- posibilidades de aproximarse a una equiparación relativamente alta. En cuanto más similares --- sean los grupos, mayor fuerza adquirirá la va-- riable independiente.

Los tipos más usuales de muestreo en la experimentación son los siguientes:

(1) HUBERT BLALOCK, Introducción a la investigación social, 29.

- Muestreo aleatorio: Es aquel que proporciona las mismas oportunidades a todos los elementos de la población de aparecer en la muestra, ateniéndose a que las leyes de la probabilidad se encargarán de hacer distribuciones similares y equitativas en lo que se refiere a los posibles factores que intervienen en el experimento. En este tipo de muestreo se confía en que "el proceso de selección de una equiprobabilidad de selección a todas y cada una de las unidades que figuran en el universo" (1).

El muestreo aleatorio se subdivide en dos clases: al azar simple y estratificado:

- Muestreo al azar simple: Los sujetos que formarán la muestra se eligen asignándoles un número y anotándolo en papelitos que doblándose se revuelven en un recipiente. Las reglas de elección las determina el investigador, se puede decidir que los primeros veinte papelitos que se extraigan denominarán a los sujetos que formarán la muestra o bien los últimos veinte, etc. También se puede utilizar la tabla de nú-

(1) WILLIAM J. GOODE Y PAUL K. HATT, Métodos de investigación social, 264.

meros aleatorios (1) numerando primero a los sujetos y después señalando en la tabla sin mirar, el número de cada sujeto que tomará parte en la muestra.

- Muestreo estratificado: Consiste en dividir a la población en diferentes estratos, escogiendo después al azar de cada uno de ellos, la porción de sujetos que formará parte de la muestra (2).

- Muestreo por conglomerados: Se le utiliza cuando la unidad de muestreo tiene más de un elemento de población, como por ejemplo una familia. En caso semejante cada familia es considerada como un conglomerado. El problema que presenta este tipo de muestreo es que el número de elementos por cada conglomerado puede ser muy variado, lo que puede restar representatividad a la muestra.

b) Grupos.- Una vez que se tienen formados los grupos de comparación, éstos deben asignarse aleato

(1) Esta tabla puede consultarse en MURRAY R. SPIEGEL, Teoría y problemas de Estadística, 349.

(2) FELIPE PARDINAS, Metodología y técnicas de investigación en ciencias sociales, 71.

riamente a los tratamientos; es decir, el azar debe determinar cual será el grupo control y -- cual el experimental.

Esto puede realizarse sencillamente lanzando -- una moneda al aire para que el azar determine -- una decisión que para mayores posibilidades de validez del experimento, no debe ser elegida -- por el investigador.

- c) Experimentadores.- Como se estableció con antelación, el experimentador puede constituirse en una fuente de error que no hay que descuidar. Es preferible que si se trabaja con dos o más grupos, los experimentadores sean también asignados al azar para hacerse cargo de ellos.

Como el experimentador es un ser humano (organismo sujeto a constantes cambios) y sería totalmente imposible obligarle a desprenderse de su propia personalidad y expectativas; lo ideal es que un solo experimentador se haga cargo de todos los grupos; así, si sus características propias afectan a un grupo, afectarán de la misma manera a los otros grupos. Como esto no siempre es posible lo indicado es utilizar el azar.

En suma, la investigación experimental tiene como característica fundamental el control, tanto en lo que se refiere a la manipulación de variables independientes como a la aplicación de técnicas de control de variables extrañas, lo que la constituye en un tipo de investigación muy confiable. Sin embargo los experimentos deben haber cubierto los requisitos de ser válidos tanto interna como externamente para que -- sus resultados sean considerados como correctos. A continuación se explica esta cuestión.

## 2.2 Validez interna y externa de los experimentos.

La validez interna de los experimentos se refiere a su propia consistencia estructural. Esto quiere decir -- que los efectos observados en la variable dependiente, tienen que deberse en realidad a la manipulación de la variable independiente y no a la influencia ejercida por variables extrañas.

La validez externa se refiere a las posibilidades que tienen los resultados de los experimentos a ser generalizados. Esto implica que el investigador una vez finalizado su experimento debe enfrentarse a la interrogante: ¿A qué poblaciones de sujetos pueden ser aplicables mis resultados?

Esto es importante porque de nada serviría un estudio cuyos -- descubrimientos solo fueran válidos para la muestra utilizada.

Según Campbell y Stanley, los factores que ponen en -- peligro la validez interna de los experimentos, son -- los siguientes (1):

- Historia: Se refiere a todos aquellos hechos que viven los sujetos (estímulos, perturbaciones, etc.) entre la primera y la segunda prueba que se les aplica cuando el experimento así lo requiere. Entre más tiempo transcurra entre estas dos mediciones, más factores extraños pueden intervenir en el experimento.
- Maduración: Este factor significa que los sujetos que participan en el experimento sufren cambios internos naturales (biológicos y psicológicos) por el transcurso normal del tiempo, como por ejemplo fatiga o aburrimiento, los cuales afectan sus respuestas, actitudes, etc.
- Administración de tests: Consiste en la influencia que el pretest ejerce en los resultados de pruebas posteriores.

(1) DONALD CAMPBELL Y JULIAN STANLEY, Diseños experimentales y cuasiexperimentales en investigación social, 17.

- Instrumentación: En un primer término se refiere a la invalidez o inconsistencia de los instrumentos de medición utilizados en el estudio. También significa que los observadores o calificadores si son cambiados o estimulados de diferentes formas, pueden registrar mediciones o calificaciones inexactas.
  
- Regresión estadística: Opera cuando se seleccionan para el experimento sujetos que tienen puntuaciones extremas, ya sea altas o bajas. Se llama "regresión" porque debido a hechos fortuitos y no al efecto de la variable independiente, las puntuaciones de los participantes al finalizar el experimento, tienden a ir hacia la media; es decir, regresionan.
  
- Selección por sesgo: Opera cuando los participantes se seleccionan inadecuadamente tanto en forma general como para los grupos de comparación. Ocurre porque a veces para realizar experimentos no hay disponibilidad de sujetos, por lo que se aceptan voluntarios. Lo que sucede es que la personalidad de los sujetos a los que les agrada participar voluntariamente, es cualitativamente diferente del resto de una población general, lo que definitivamente puede crear influencias desconocidas.

- Mortalidad experimental: Se da cuando algunos de los participantes en el experimento, ya sea de cualquiera de los grupos de comparación, se retira del estudio. -- El riesgo consiste en que posiblemente los sujetos --- que siguen participando hasta finalizar el experimento son los más fuertes, capaces, etc.

- Las interacciones entre algunos de estos factores (interacción entre la selección y maduración, entre instrumentación y mortalidad experimental, etc.) pueden provocar también efectos complicados que de algún modo contaminan el experimento produciendo resultados ajenos a la variable independiente.

En cuanto a la validez externa, Bracht y Glass han identificado dos tipos (1): validez poblacional y validez ecológica.

a) Validez poblacional. Se determina a qué población de sujetos se pueden generalizar los resultados de un experimento. Presenta dos niveles:

1. Generalización desde la muestra a la población experimentalmente accesible. Los resultados -

(1) BRATCH Y GLASS. En DONALD ARY et al, Introduction to research in education, 242-245.

de un estudio solo se generalizan a la población específica de la cual se extrajo la muestra, y de la que se tienen posibilidades de disponer de ella en caso de así requerirlo.

Por ejemplo un investigador extrae una muestra de alumnos de primer grado de secundaria de todas las escuelas secundarias de la ciudad de Querétaro, con el fin de probar la eficiencia de un nuevo material didáctico para optimizar la enseñanza de las matemáticas. Los resultados que obtenga solo puede generalizarlos a la población de los primeros grados de secundaria en la ciudad de Querétaro, más no a los de todo el país.

2. Generalización desde la población experimentalmente accesible a la población total. Es tan sólo una ampliación del anterior, ya que las muestras deben ser obtenidas en forma más general. Si el investigador del ejemplo anterior extrajera una muestra de todas las ciudades y pueblos del Estado de Querétaro, tendría más posibilidades de generalización para toda la población del país.

- b) Validez ecológica. - Determina a qué otras condiciones se van a generalizar los resultados de un experimento: variables, tratamientos, ambientes, etc.

Para esto se requiere que el experimentador haga una especificación completa de las variables, procedimientos y lugares experimentales.

En cuanto a las variables la definición debe ser operacional para presentar una idea inequívoca y concreta de a qué situaciones no experimentales se pueden generalizar.

Los procedimientos, tratamientos y ambientes deben ser detallados, ya que el hallazgo de los efectos de ciertas variables independientes al trasladarse a otras situaciones pueden no ser aplicables.

En general, los factores que ponen en peligro la validez externa de los experimentos son los siguientes (1):

- Efecto reactivo de interacción de pruebas: Opera cuando la prueba inicial (pretest) modifica la capacidad de reacción de los sujetos que participan en el experimento, considerando que el universo al que se van a generalizar los resultados no estuvo expuesto a dicho pretest.

(1) DONALD CAMPBELL Y JULIAN STANLEY, o.c., 17 y 18.

- Efectos de interacción entre los sesgos de selección y la variable experimental: Se refiere al efecto que causan estos dos factores combinados; es decir que una muestra seleccionada inadecuadamente reacciona en forma diferente que una muestra representativa.

- Efectos reactivos de los dispositivos experimentales: Opera cuando los sujetos llegan a percatarse de que participan en un experimento y reaccionan, influidos por este hecho, de una forma diferente; trayendo como consecuencia que al obtenerse los resultados finales del experimento no puedan generalizarse a la población total.

- Interferencia de tratamientos múltiples: Este factor actúa cuando los mismos sujetos se exponen a diversos tratamientos, y responden de cierto modo porque persisten en ellos los efectos de tratamientos anteriores.

Cabe aclarar que este factor se presenta siempre que se aplica la técnica denominada contrabalanceo, que si bien por una parte controla las variables extrañas y por tanto protege la validez interna, por otra al disminuir las posibilidades de generalización,

afecta negativamente la validez externa.

Sin embargo, lo que fundamentalmente resta posibilidades de generalización a un experimento, es que en ocasiones el investigador por extremar sus cuidados para evitar que variables extrañas contaminen su estudio; logra tal artificialidad en la situación experimental que definitivamente ésta difiere de la situación de la vida real a la cual pretende generalizar sus resultados.

Se concluye por lo tanto, que la experimentación implica serios problemas en lo que se refiere a hallar el equilibrio necesario para lograr una alta validez interna y una confiable validez externa.

### 2.3 Razones para realizar experimentos en el terreno educativo.

Son cuatro las razones básicas que Robert Plutchik propone para realizar experimentos en general (1):

- a) Determinar la relación entre dos o más variables.-  
Esta sería la razón más sencilla y común de los experimentos: saber en que grado y forma (causal o corre-

(1) ROBERT PLUTCHIK, o.c., 23-25.

lativa) se da la relación entre dos o más variables.

b) La ampliación del campo de estudio de una variable.- Las variables susceptibles de experimentación pueden estudiarse desde diversos puntos de vista y a diferentes niveles. Con un solo experimento no se agotan las posibilidades de investigación de una variable, siempre se presentan problemas nuevos que explorar.

c) El aumento de confiabilidad de los hallazgos logrados.- Como por sus características de manipulación y control los experimentos pueden ser repetidos, ofrecen la posibilidad de comprobar qué tan confiables son los resultados que se obtuvieron en un primer experimento.

Esta es una razón importante ya que el carácter objetivo de la ciencia exige del investigador -- una actitud precavida y abierta para admitir los posibles desaciertos y por lo tanto, para evaluar constantemente los hallazgos logrados anteriormente.

d) Someter a prueba una teoría.- Se considera que las teorías a la vez que explican los fenómenos,

son también fuente de problemas de investigación. Por tal razón, se han realizado diversos experimentos para poner a prueba algunos principios de la Psicología de la Gestalt, aseveraciones psicoanalíticas y conceptos de la teoría del refuerzo.

Considerando lo expuesto en los cuatro incisos anteriores, se pueden justificar ahora las razones por las que se deben realizar experimentos en el terreno educativo:

- En el campo de la actividad pedagógica, son innumerables las situaciones en las cuales se ha presentado ya la necesidad de determinar la relación entre diversas variables; como por ejemplo grado de rendimiento escolar y uso de determinados recursos didácticos.

- Además, ciertas variables que ya han sido estudiadas, ofrecen otras alternativas de investigación. Por ejemplo, si un método de enseñanza resulta ser efectivo para niños normales de primer año de primaria, existe la posibilidad de realizar otros experimentos para saber si dicho método es también efectivo para niños del mismo nivel escolar pero con retraso mental.

- El aumento de la confiabilidad de los hallazgos logrados es un motivo importante para realizar experimentos pedagógicos, ya que los primeros resultados de un estudio experimental no pueden aplicarse inmediatamente a la tarea educativa, sin antes haberlos sometido a prueba varias veces.

- Por último, son diversas las teorías que pretenden explicar los numerosos fenómenos educativos, por lo que es conveniente realizar experimentos que las pongan a prueba para tomar decisiones más adecuadas y eficientes en lo que respecta a la actividad pedagógica.

En resumen, es innegable la necesidad que existe de hacer más investigación sobre los diversos fenómenos educativos y la experimentación sobre todo debe contribuir a la resolución de problemas de tipo práctico.

En cuanto a las formas específicas por las cuales se efectúan experimentos, son concretamente los diseños que parten de los modelos experimentales que se tratarán a continuación.

Un diseño de investigación es una guía que especifica los procedimientos que se han de seguir para realizar un estudio determinado. En él se señalan exactamente las diversas acciones que hay que ejecutar: la forma como va a ser tratado el problema, los medios con que se van a poner a prueba las hipótesis y teorías, los procedimientos estadísticos que se han de utilizar, etc.

En lo que respecta a los diseños experimentales propiamente dichos, los objetivos esenciales que persiguen son (1):

1. Encontrar las respuestas a las preguntas de investigación, es decir, hallar la solución al problema planteado.
2. Controlar la varianza. Este control incluye:
  - la maximización de la varianza sistemática, es decir, de los efectos de la variable independiente, de tal modo que actúe de la forma más pura posible.

(1) FRED N. KERLINGER, Investigación del..., 214-217.

- la minimización de la varianza sistemática extraña, es decir, de los efectos de variables extrañas que puedan restar fuerza a la variable independiente.

En forma general lo que se pretende es que los resultados obtenidos mediante el diseño empleado den los elementos suficientes para comprobar la hipótesis motivo del experimento.

Las hipótesis son supuestos o conjeturas acerca de la relación entre dos o más variables, que expresan un problema que debe ser resuelto a través de la investigación.

Ya que así lo exige el carácter antidogmático de la ciencia cuando se habla de comprobar una hipótesis, no quiere decir que ésta se confirma o se demuestra, más bien que se expone a refutación y sale (o no) airosa de la misma. Por tanto los diseños experimentales "ponen a prueba" pero no "prueban" las hipótesis y teorías (1).

Para comprender la estructura de un diseño experimental, es necesario explicar antes los tres tipos de diseños existentes:

(1) DONALD CAMPBELL Y JULIAN STANLEY, o.c., 72-73

Diseños preexperimentales. Reciben este nombre porque carecen de validez interna: generalmente no necesitan más que de un solo grupo al que se le aplica la variable independiente una sola vez y a partir de los resultados se hacen las correspondientes inferencias. Este grupo no requiere ser formado aleatoriamente y como es el único que participa en el estudio no puede ser comparado con otro.

Cuando se llegan a utilizar dos grupos el que se pretende usar como parámetro de comparación es de tipo estático, por lo que en realidad no proporciona datos significativos.

El valor científico de estos diseños es casi nulo, lo más recomendable es no utilizarlos a menos que lo que se pretenda sean resultados relativamente indagatorios que puedan ser considerados como simples puntos de partida para realizar posteriormente estudios serios y mucho más científicos.

Diseños cuasiexperimentales. Se aplican en las situaciones en las que solo se puede ejercer un control parcial, ya que no se tiene una capacidad total de aleatorización. Tampoco es forzoso que exista un grupo de control porque si el tratamiento se aplica a un grupo aislado, a éste se le puede someter varias veces a la variable independiente o bien a di-

versas mediciones que proporcionan mayor certidumbre que los -- inconsistentes diseños preexperimentales.

Los diseños cuasiexperimentales son bastante aplicables a las situaciones educativas, en las cuales muchas veces no es posible utilizar métodos aleatorios ni tampoco disponer -- siempre de grupos de comparación.

Deben ser utilizados cuando las condiciones del experimento no permitan aplicar diseños más rigurosos y considerando siempre sus resultados con bastante precaución.

Uno de los requisitos al usar diseños cuasiexperimentales es que como "se carece de control experimental total, es imprescindible que el investigador tenga un conocimiento a fondo de cuáles son las variables específicas que su diseño particular no controla" (1).

Los cuasiexperimentos pueden identificarse con los llamados experimentos de campo, es decir, estudios en los que la investigación se lleva a cabo en una situación real; por ejemplo con un grupo de alumnos en su salón habitual de clase; en donde no es posible elegir a los sujetos aleatoriamente o no siempre se puede disponer de grupos de comparación. Sin embargo, sí se tienen buenas probabilidades de ejercer un control --

(1) Ibíd., 71.

aceptable de variables extrañas, de manipulación de la variable independiente, de asignar por azar los tratamientos a los grupos, etc.

La ventaja de este tipo de estudios es que como la situación es real y no artificial como la de un laboratorio, sus resultados tienen mayores posibilidades de generalización y se abocan a la resolución de problemas prácticos.

De cualquier forma, es preferible utilizar diseños -- cuasiexperimentales en lugar de preexperimentales, pero siempre que sea posible lo mejor es aplicar el siguiente tipo de diseños.

Diseños experimentales. Sus características principales son:

- Estricta elección y asignación aleatoria de los sujetos que toman parte en el estudio.
- Manipulación de mínimamente una variable independiente.
- Utilización de por lo menos dos grupos de comparación.
- Estricto control de variables extrañas.

Los diseños experimentales se aplican a los estudios -- también denominados experimentos de laboratorio, en los cuales las condiciones están rigurosamente especificadas y controladas; y en donde se trata de minimizar la varianza de aquellas variables independientes capaces de ejercer alguna influencia en los resultados de la investigación y que no tienen relación directa con el problema tratado.

Los diseños experimentales son por lo tanto los más recomendables para contrastar hipótesis y poner a prueba -- teorías; y desde luego, para buscar a través de ellos la solución a problemas educativos concretos en los que es posible manipular las variables independientes.

Su mayor ventaja es la consistencia con que protegen su validez interna, aunque sus posibilidades de generalización son menores que las de los diseños cuasiexperimentales.

Como lo que aquí interesa es la investigación experimental propiamente dicha, se abordarán ahora los modelos que dan origen a los diseños experimentales.

### 3.1 Modelos experimentales.

Un modelo experimental es un patrón general, una estructura prototipo, a partir del cual se desprenden diversos diseños para realizar experimentos.

Campbell y Stanley (1) proponen tres diseños que ellos llaman "experimentales propiamente dichos", pero que aquí se establecen como los modelos básicos a seguir para la aplicación de los diversos diseños experimentales.

Estos modelos se plantean como estructuras que solo teóricamente indican los lineamientos generales y esenciales a seguir para efectuar experimentos.

Para comprender la representación gráfica de los mismos, se hace necesario explicar los siguientes símbolos:

X Indica la exposición del grupo a una variable independiente cuyos efectos se han de medir.

O Se refiere a algún proceso particular de observación ó medición.

X y O Sobre una misma línea se aplican a los mismos sujetos.

Los símbolos de izquierda a derecha indican el orden temporal; así se encuentran por ejemplo los símbolos  $O_1 X O_2$  indica que se aplica una primera medición, después la variable independiente y por último una segunda medición.

(1) Ibíd., 31-56

Los símbolos en forma vertical indican simultaneidad, así, si se encuentran por ejemplo los símbolos:

X    O<sub>1</sub>  
     O<sub>2</sub>

indica que son dos grupos a los cuales al mismo tiempo se les aplica un posttest.

R        Indica asignación aleatoria, a diferentes grupos de tratamiento.

Los modelos experimentales son los siguientes:

3.1.1 Modelo de grupo de control pretest-posttest.

Estructura:

R	O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>
R	O <sub>3</sub>		O <sub>4</sub>

Este modelo requiere de dos grupos, uno experimental y uno control, formados a través de métodos aleatorios como lo indica la letra R a la izquier-

da de ambos renglones. Al grupo experimental se le -- aplica la variable independiente y ambos son sometidos tanto a pretest como a posttest.

El análisis de su validez tanto interna como externa es el siguiente (1):

Validez interna:

Historia.- Este factor se controla porque los acontecimientos históricos que pueden afectar la diferencia -- entre la medición 1 y 2, también afectan la 3 y 4. Se parte -- de este supuesto porque se supone que si se dan ciertos sucesos históricos en el grupo experimental, también en el grupo control se darán una serie de acontecimientos de este mismo tipo.

Un posible problema es que este modelo exige que las -- sesiones experimentales y de control se lleven a efecto simultáneamente, lo cual implica que los experimentadores que -- se hacen cargo de los grupos y los lugares en que se realizan -- las sesiones sean diferentes, constituyéndose en elementos po-- tenciales de sucesos históricos desiguales en ambos grupos.

La solución a esta dificultad es aleatorizar la realiza-- ción de las sesiones experimentales y de control, con --

(1) Los factores que atentan contra la validez de los experimentos ya fueron tratados con antelación, por lo que aquí se presenta la problemática particular de cada modelo.

la finalidad de que los horarios, días, experimentadores, lugares, etc. se distribuyan equitativamente por medio del azar a ambos grupos de comparación y por lo tanto éstos vivan los mismos sucesos históricos.

Maduración.- Es controlable por el riguroso azar en la selección que hace que los grupos sean equivalentes.

Administración de tests.- También está controlada por que tanto el grupo experimental como el control se someten a prétest, por lo que los efectos que esta premedicación puedan causar, son iguales para ambos grupos.

Instrumentación.- Se controla si se tiene cuidado en que los instrumentos de medición sean confiables, consistentes y válidos, lo cual no es difícil.

En el caso de que se utilicen observadores o entrevistadores, éstos deben ser lo suficientemente numerosos para que sean asignados aleatoriamente a las sesiones experimentales. Cuando ésto no sea posible, cada observador deberá ser empleado tanto para las sesiones experimentales como las de control, así como también deberá ocultársele qué tratamiento recibe el grupo que observa para evitar que registre datos o puntajes falsos.

Regresión estadística.- Es controlable en cuanto que exige la elección y asignación aleatoria de los sujetos, incluso no importa que se utilicen sujetos con puntajes extremos, mientras se tomen de un mismo conjunto extremo y al azar; por ejemplo solo sujetos con puntuaciones bajas o bien solo con puntuaciones altas.

Selección por sesgo.- Este factor se controla porque tanto la selección como la asignación de los sujetos que toman parte en el experimento se realiza a través del azar.

Mortalidad experimental.- Es controlable ya que las puntuaciones se trabajan estadísticamente a base de medias, por lo que la ausencia de uno o varios sujetos no afecta los resultados.

Interacción entre la selección y la maduración.- Se controla porque la elección de los sujetos se hace aleatoriamente y porque tanto el grupo control como el experimental viven los mismos sucesos de maduración.

#### Validez externa.

Efecto reactivo de interacción de pruebas.- Este factor presenta el peligro de escapar al control ya que existen

posibilidades reales de que el pretest sensibilice a los sujetos modificando sus actitudes y/o respuestas.

En el caso de la investigación educativa este problema puede encontrar su solución si se utilizan para hacer las mediciones, los exámenes pedagógicos que comúnmente se aplican en clase.

Efectos de interacción entre los sesgos de selección y la variable experimental.- Si los sujetos que toman parte en el experimento no representan las características de la población total a la cual se pretenden generalizar los resultados; sus respuestas, que hubiesen sido diferentes si la muestra fuera representativa, pueden considerarse como producto de la manipulación de la variable independiente cuando en realidad no lo son.

Por lo tanto este factor es susceptible de control si se tiene el cuidado de obtener el mayor grado de representatividad al elegir a los sujetos que formarán la muestra.

Efectos reactivos de los dispositivos experimentales.-

Se puede ejercer un control si se piensan y aplican formas idóneas para administrar la variable independiente sin que los sujetos sepan que están participando en un experimento.

En el campo pedagógico esto puede lograrse si los experimentadores son los mismos profesores que habitualmente imparten clase y si el lugar del experimento es el aula que comúnmente se utiliza para llevar a cabo la enseñanza. Sin embargo es muy difícil obtener la seguridad de que este factor no surte efectos.

Interferencia de tratamientos múltiples.- Definitivamente este factor no ofrece peligro alguno ya que la variable independiente que se administra es solo una y no se requiere del uso de la técnica denominada contrabalanceo.

### 3.1.2 Modelo de grupo de control con postest únicamente.

Estructura:

R	X	O <sub>1</sub>
R		O <sub>2</sub>

Este modelo requiere de dos grupos de comparación, uno de control y otro experimental, que también están formados a través del método de elección y asignación aleatoria.

La estructura gráfica del modelo indica que el grupo experimental es sometido a los efectos de la variable independiente, los cuales se miden a través de un postest. El grupo control no es sujeto a tratamiento pero también se le aplica una medición para efectos de comparación estadística entre ambos grupos.

El análisis de su validez interna y externa es el siguiente:

Validez interna.

Historia.- Se controla porque los sucesos que pueden afectar al grupo experimental también afectan al grupo control.

Como las sesiones experimentales son simultáneas, el problema de los diferentes experimentadores, lugares y horarios, se puede resolver como se indica para el modelo anterior.

Maduración.- Se controla porque el tiempo en el que se realiza el experimento es igual para ambos grupos, por lo que se espera que vivan procesos de maduración iguales, y además el azar garantiza que los grupos sean equivalentes.

Administración de tests.- Este factor no ofrece problema, ya que el modelo indica la ausencia de pretest.

Instrumentación.- En el caso de instrumentos propiamente dichos este factor se controla perfectamente ya que es una sola medición la que se realiza.

Si se trata de observadores o entrevistadores, con los cuales siempre se corre el riesgo de que registren datos subjetivamente, el problema puede resolverse como se indica para el modelo anterior.

Regresión estadística.- La selección y asignación aleatoria controla el factor. En el caso de selección de sujetos con puntajes extremos; estos deben elegirse del mismo conjunto extremo, es decir, o solo puntuaciones bajas o solo altas y a través del azar.

Selección por sesgo.- Como el modelo exige muestras al azar este factor tiene mínimas posibilidades de surtir efecto.

Mortalidad experimental.- Se controla porque se trabaja estadísticamente con medias, por lo que la pérdida de algún sujeto no acarrea serias consecuencias.

Interacción entre la selección y la maduración.- La -- asignación y selección de sujetos por métodos aleatorios, resta posibilidades de actuar a este factor.

Validez externa.

Efecto reactivo de interacción de pruebas.- Este factor es bien controlado porque no se administra pretest; por lo tanto no hay posibilidades de que los sujetos modifiquen sus respuestas naturales pues ninguna medición anterior los ha sensibilizado.

Efectos de interacción entre los sesgos de selección y la variable experimental.- Este factor es controlable sólo si la muestra elegida es verdaderamente representativa de la población a la cual se quieren generalizar los resultados.

Como esto es un tanto difícil de obtenerse con total seguridad, en el momento de generalizar los resultados es posible encontrar la acción de este factor.

Efectos reactivos de los dispositivos experimentales.- Este factor es difícil de controlar ya que se debe manipular la variable independiente de una forma tal que los su-

jetos que participan en el experimento no se percaten de ello.

Aunque se utilicen para el experimento tanto los profesores como los salones de clase habituales, no se puede obtener la seguridad total (como se señaló en el modelo anterior) de que el factor está controlado.

Interferencia de tratamientos múltiples.- No opera -- porque la variable independiente es solo una y no se -- utiliza contrabalanceo.

### 3.1.3 Modelo de cuatro grupos de Solomon.

Estructura:

R	O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>
R	O <sub>3</sub>		O <sub>4</sub>
R		X	O <sub>5</sub>
R			O <sub>6</sub>

La representación de la estructura de este modelo indica la utilización de cuatro grupos de comparación, uno experimental (el primero) y los tres restantes de control.

La estructura de Solomon indica la realización de dos experimentos a la vez. Con el grupo experimental y el grupo control 1 se ejecuta uno de ellos, y con los grupos control 2 y 3 se ejecuta el otro. Si se observa detenidamente, los dos primeros renglones corresponden al primer modelo presentado en esta sección; y los dos últimos renglones al segundo modelo que se acaba de tratar con anterioridad.

Con esta estructura se pueden determinar tanto los efectos principales de la realización de pruebas como la interacción entre éstas y la variable independiente.

Si por ejemplo el puntaje  $O_2$  del grupo experimental es mayor que el del grupo control 1 ( $O_4$ ); pero el del grupo control 2 ( $O_5$ ) no es mayor que el del grupo control 3 ( $O_6$ ), se concluye que hubo una interacción entre la administración de tests y la variable independiente y que en realidad ésta última no surte verdaderos efectos sobre la variable dependiente.

El tercer renglón del modelo (R - X -  $O_5$ ) no indica la presencia de otro grupo experimental por el hecho de que

también se le administra la variable independiente; sino que es el grupo que controla precisamente la posible interacción de -- pruebas con la variable independiente.

El análisis de su validez tanto interna como externa es el siguiente:

Validez interna.

Historia.- Este factor se controla porque se espera -- que los sucesos a los que están sujetos los cuatro grupos de comparación sean los mismos o bien similares.

Si se tienen dudas con respecto a los experimentadores, los lugares y los horarios que pueden afectar en forma especial la reacción de los sujetos participantes, el problema puede solucionarse como se sugiere para los dos modelos anteriores.

Maduración.- Está bien controlada porque su manifestación debe ser similar en los cuatro grupos, ya que las sesiones experimentales se efectúan simultáneamente y los sujetos son elegidos al azar.

Administración de tests.- Se controla al compararse - las puntuaciones del postest en los cuatro grupos:  $O_5$  debe ser mayor que  $O_6$  si  $O_2$  es mayor que  $O_4$ . En el caso de que no sea así, quiere decir que el pretest  $O_1$  ejerció influencias cuyos efectos se observan en  $O_2$  y los cuales desde luego, no se deben a la manipulación de la variable independiente.

Instrumentación.- Dada la serie de mediciones que se deben realizar es muy importante cuidar tanto de los -- instrumentos como de los observadores. También este factor se puede controlar como se señala para el modelo de grupo de control pretest-postest.

Regresión estadística.- Se controla porque la selección y asignación de los sujetos es aleatoria.

Selección por sesgo.- Tampoco hay peligro de que opere este factor si se utilizan métodos aleatorios para - la selección y asignación de sujetos.

Mortalidad experimental.- Este factor se controla -- porque en este modelo también se trabaja a base de medias estadísticas.

Interacción entre la selección y la maduración.- No -- opera porque tanto la selección como la maduración ya

están controladas.

Validez externa.

Efecto reactivo de interacción de pruebas.- Se controla en la forma ya señalada para administración de tests en validez interna.

Efectos de interacción entre los sesgos de selección y la variable experimental.- Este factor se controla -- como en los modelos anteriores, solo si se obtiene una muestra de sujetos verdaderamente representativa.

Efectos reactivos de los dispositivos experimentales.- Debido a la necesidad que existe de formar cuatro grupos y a las acciones que forzosamente hay que realizar para ello, es difícil que los sujetos no lleguen a sospechar que participan en una investigación.

Si se desea controlar este factor deberá tenerse cuidado extremo para administrar la variable independiente - sin que los sujetos se den cuenta de ello. De todas formas para este modelo, los dispositivos reactivos son problemáticos para controlarse.

Interferencia de tratamientos múltiples.- No opera porque se administra un solo tratamiento y además son varios grupos de comparación.

### 3.2 Diseños experimentales.

Los diseños experimentales que se derivan de los modelos teóricos anteriormente expuestos, y de los cuales son su expresión práctica y concreta; tienen cada uno sus propias características y sirven a finalidades diferentes.

En consecuencia, el investigador debe ser en extremo cuidadoso para elegir el diseño experimental que se adecúe más al problema que va a estudiar.

Es importante señalar que cuando se trata de realizar experimentos, muchos investigadores piensan que entre más complejos sean los procedimientos que utilicen mayor precisión obtendrán en sus resultados, lo que es totalmente falso. Se admite que hay problemas que requieren complejos procedimientos, pero "no se debe complicar un experimento ya sea en el diseño o en el método de análisis, más allá de lo necesario para sacar una conclusión inequívoca de los resultados del experimento" (1).

(1) AROLDO RODRIGUES, Investigación experimental en psicología y educación, 56.

Esto no significa tampoco que hay que caer en simplismos peligrosos, sino que al elegir un determinado diseño, éste sea apropiado para lo que se quiere investigar y además -- tenga buenas posibilidades de proteger tanto su validez interna como externa.

Para hacer una distinción entre modelos y diseños, los símbolos que se utilizarán para representar gráficamente a estos últimos son los siguientes:

- R Asignación aleatoria de los sujetos a los grupos.
- Mr Asignación apareada de los sujetos a los grupos.
- X Variable independiente (tratamiento experimental que se aplica).
- E Grupo experimental.
- C Grupo control.
- Y Cualquier tipo de medición:  $Y_1$  cuando es pretest;  $Y_2$  cuando es postest.

Ahora veamos con mayor detenimiento cada uno de los diseños experimentales (1).

(1) Como cuando se expusieron los modelos se hizo el análisis de la validez interna y externa, aquí se prescindirá del mismo con la finalidad de evitar repeticiones inútiles. En el caso de que se desee saber -- cuál es la validez de cada uno de los diseños, basta con acudir a los modelos de los cuales se derivan.

3.2.1 Diseños de una sola variable independiente.

a) Diseño de grupo de control pretest-posttest.

Representación:

	<u>Grupo</u>	<u>Pretest</u>	<u>Variable independiente</u>	<u>Posttest</u>
R	E	$Y_1$	X	$Y_2$
R	C	$Y_1$		$Y_2$

Explicación: Este diseño es la aplicación concreta del modelo 3.1.1 y el procedimiento que se sigue es el siguiente:

Se eligen y se asignan aleatoriamente los sujetos a los grupos control y experimental.

Posteriormente al grupo experimental se le aplica un pretest respecto a X, después se le administra la variable independiente y por último un posttest para observar sus efectos.

Al grupo control se le aplica un pretest y un posttest, pero no la variable independiente.

Por último se comparan los resultados de los postests de ambos grupos para saber si la variable independiente surtió algún efecto.

Características:

- El pretest permite controlar la igualdad de los grupos sobre la variable independiente.
- Asimismo, el uso de pretest en el grupo experimental permite saber con respecto a este solo grupo, si el tratamiento experimental causó algún cambio significativo; independientemente de los resultados que en ambas pruebas obtenga el grupo control.

Una variante de este diseño es el siguiente:

- b) Diseño de grupo de control pretest-posttest con sujetos apareados.

Representación:

	<u>Grupo</u>	<u>Pretest</u>	<u>Variable independiente</u>	<u>Posttest</u>
Mr	E	$Y_1$	X	$Y_2$
Mr	C	$Y_1$		$Y_2$

Explicación: Los sujetos se eligen por el método de -- apareamiento (formando parejas con características si-- milares) y posteriormente se asignan al azar a los grupos; toman-- do de cada par un miembro para el grupo experimental y un miem-- bro para el grupo control. Esto se hace con la finalidad de -- asegurar la similitud de los grupos antes de iniciar el experi-- mento.

El resto del procedimiento en cuanto a la aplicación -- del pretest, la variable independiente y el postest, -- así como la comparación estadística de los resultados, es igual a la del primer diseño.

Características:

También son exáctamente las mismas que las del diseño anterior.

c) Diseño de grupo de control con postest únicamente.

Representación:

	<u>Grupo</u>	<u>Variable independiente</u>	<u>Postest</u>
R	E	X	$Y_2$
R	C		$Y_2$

Explicación: Este diseño es la aplicación concreta del modelo 3.1.2 y el procedimiento que se sigue es:

Se forman dos grupos mediante la aleatorización, uno control y otro experimental. Al grupo experimental se le aplica la variable independiente y posteriormente una prueba para observar los resultados del tratamiento. Al grupo control sólo se le aplica una prueba para observar las respuestas de -- sujetos que no estuvieron sometidos al tratamiento.

Por último, se hace una comparación mediante procedimientos estadísticos entre los puntajes  $Y_2$  de ambos grupos. Si la diferencia es significativa se concluye que la variable independiente surtió los efectos esperados.

Características:

- Se basa en el supuesto de que la selección al azar tenderá a igualar los grupos, por lo que no es necesario saber que tan similares son por medio de un pretest.

- Se aplica en los casos en que se experimenta con variables que implican una total novedad para -- los sujetos, por lo cual no es posible aplicar pretest.

en el sentido ordinario del término.

- Es útil para investigar problemas para los cuales no se dispone de pretest o bien éste puede provocar efectos reactivos.

Una variante de este diseño es el siguiente:

- d) Diseño de grupo experimental, grupo control con sujetos apareados.

Representación:

	<u>Grupo</u>	<u>Variable independiente</u>	<u>Posttest</u>
Mr	E	X	Y <sub>2</sub>
Mr	C		Y <sub>2</sub>

Explicación: Los sujetos se eligen por el método de -- apareamiento (formando parejas con características similares) y posteriormente se asignan al azar a los grupos; tomando de cada par un miembro para el grupo experimental y un miembro para el grupo control. Esto se hace con la finalidad de -- asegurar la similitud de los grupos antes de iniciar el experimento.

El resto del procedimiento en cuanto a la aplicación -- de la variable independiente y de la comparación estadística de los resultados, es igual a la del diseño anterior.

Características: También son las mismas que las del -- primer diseño, sólo que no se basa en el supuesto de -- que la selección al azar igualará a los grupos, sino que se ase-- gura de que éstos serán totalmente similares al aparear a los - sujetos.

e) Diseño de tres grupos.

Representación:

	<u>Grupo</u>	<u>Pretest</u>	<u>Variable Independiente</u>	<u>Posttest</u>
R	E	$Y_1$	X	$Y_2$
R	$C_1$	$Y_1$		$Y_2$
R	$C_2$		X	$Y_2$

Explicación: Este diseño en sus dos primeros renglones es la aplicación del modelo 3.1.1, en su tercer renglón el grupo de control 2 aplica la primera fase del modelo 3.1.2. Es decir, que su base teórica es una combinación de ambos modelos.

Su procedimiento es el siguiente:

Se eligen y se asignan aleatoriamente los sujetos a -- tres grupos: uno experimental y dos de control.

Al grupo experimental se le aplican en orden: un pretest, la variable experimental y un posttest.

El grupo de control 1 se ve sometido a pretest y posttest, pero no a la variable independiente.

Al grupo de control 2 no se le aplica pretest, pero sí la variable independiente y posttest.

Para saber si la variable experimental tuvo algún efecto significativo se hacen dos comparaciones: una entre los puntajes posttest del grupo experimental y del grupo control 1; y otra entre los puntajes posttest del grupo control 1 y el grupo control 2.

Si los puntajes  $Y_2$  de los grupos experimental y control 2 son significativamente más altos que el del grupo control 1, entonces se admite que la variable independiente provocó verdaderos cambios en la variable dependiente.

Características:

- El grupo de control 2 aunque recibe el tratamiento experimental debe ser considerado como estrictamente de control.
  
- El objeto de utilizar tres grupos para realizar los experimentos es con el fin de detectar la interacción entre la administración de pruebas y la variable independiente. Precisamente el grupo de control 2 es para verificar si los sujetos responden igual a la variable independiente cuando se ven sometidos a pretest como cuando no se ven sometidos a esta medición.
  
- Es un buen diseño para controlar los efectos -- pretest-postest, pero requiere mayor número de sujetos que los diseños que utilizan dos grupos de comparación.

f) Diseño de cuatro grupos de Solomon.

Representación:

	<u>Grupo</u>	<u>Pretest</u>	<u>Variable independiente</u>	<u>Posttest</u>
R	E	Y <sub>1</sub>	X	Y <sub>2</sub>
R	C <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>		Y <sub>2</sub>
R	C <sub>2</sub>		X	Y <sub>2</sub>
R	C <sub>3</sub>			Y <sub>2</sub>

Explicación: Este diseño es la aplicación del modelo experimental 3.1.3.

Su procedimiento es el siguiente:

Se eligen y asignan aleatoriamente los sujetos a los --  
cuatro grupos.

Las mediciones y tratamientos se aplican simultáneamente y de la siguiente manera:

Grupo experimental.- Se le somete a un pretest, la variable independiente y después a un postest.

Grupo control 1.- Sólo se le aplica pretest y postest.

Grupo control 2.- Se le administra tratamiento experimental cuyos efectos se miden con un postest.

Grupo control 3.- Sólo se le aplica un postest.

La evidencia de que la variable independiente originó efectos significativos se obtiene haciendo estas comparaciones:

- Entre los puntajes posttest del grupo experimental y el grupo control 1: el puntaje del primero debe ser significativamente mayor que el del segundo.
  
- Entre los puntajes posttest de los grupos control 2 y 3: el puntaje del primero debe ser significativamente mayor que el del segundo.

Características:

- Este diseño, al igual que el anterior, permite determinar los efectos de la administración de tests como la interacción entre ellos y la variable independiente.
  
- Su aplicación implica la realización de dos experimentos a la vez: con el grupo experimental y el grupo control 1 se ejecuta uno de ellos (ver diseño a); y con los grupos control 2 y 3 se ejecuta el otro (ver diseño c).
  
- Su mayor desventaja es la dificultad que existe para llevarlo a la práctica. Es difícil hacer dos experimentos a la vez y conseguir aleatoriamente el

número de sujetos requeridos (1).

### 3.2.2 Diseños de dos o más variables independientes.

Hasta aquí se han explicado los diseños experimentales que implican la manipulación de una sola variable independiente; pero la realidad y sobre todo en el ámbito educativo, genera fenómenos muy complejos que se dan por la interacción simultánea de diversas variables.

Por ejemplo el efecto que pueda surtir un método de enseñanza suele deberse a varios factores: el nivel socio-económico y de inteligencia de los alumnos, la personalidad del profesor, el material didáctico que se utiliza, la atmósfera -- general de la clase, etc.

Los diseños factoriales son precisamente aquellos que estudian los efectos de varias variables independientes sobre una dependiente; tanto las influencias que causan por separado como las que se dan por sus interacciones.

Interacción es la denominación que se da "al efecto diferencial que resulta cuando una variable independiente tenga efectos distintos a diferentes niveles o aspectos de otra variable independiente. Se dice entonces que dos variables in-

(1) DONALD ARY et al, o.c., 254.

teractúan para afectar a una dependiente" (1).

Los diseños factoriales presentan las siguientes ventajas (2):

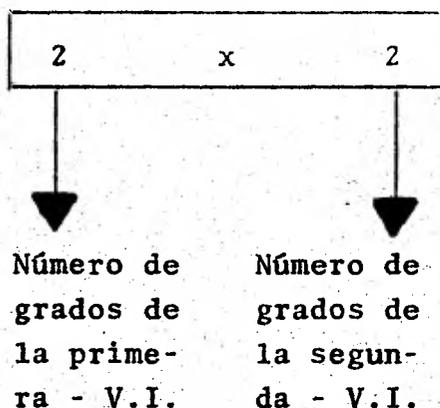
- Ponen a prueba teorías de implicaciones más complejas.
- Investigan problemas que se asemejan más a la realidad.
- Estudian la influencia que en conjunto ejercen varias variables.

Los tipos de diseños factoriales son los siguientes (3):

Diseños con dos variables independientes.- Los diseños factoriales 2 x 2 son aquellos en donde se estudian dos variables independientes; cada una de las cuales tiene dos grados diferentes.

La cantidad de números empleados en la expresión designa el número de variables independientes, y cada uno de los números los grados de éstas últimas.

(1) FRED N. KERLINGER, Enfoque conceptual..., 96.  
(2) Ibídem, 94.  
(3) F.J. MC GUIGAN, o.c., 300-303.



→ Dos números que designan dos variables independientes.

Los diseños factoriales 3 x 2 son aquellos en donde se estudian dos variables independientes, de las cuales una varía de tres formas y la otra de dos formas.

Los diseños factoriales 3 x 3 son aquellos en los que se estudian dos variables independientes, cada una de las cuales varía de tres diferentes formas.

Se denomina diseño factorial K x L a todo tipo de diseño en el cual se incluyan por lo menos dos grados para cada una de las dos variables independientes. La letra K designa la primera variable independiente, que puede ser variada de cualquier número de maneras y la letra L denota la segunda variable independiente, que también puede asumir cualquier valor. Se incluyen por lo tanto en este rubro los restantes diseños posibles: 3 x 4, 4 x 4, 5 x 3, 5 x 2, 2 x 6, etc.

Diseños con tres variables independientes.

El número de variables independientes que pueden manejar los diseños factoriales es ilimitado. Un diseño  $2 \times 2 \times 2$  nos sugiere que se manejarán tres variables independientes variando cada una de ellas dos grados diferentes; uno de  $2 \times 3 \times 2$  designa el manejo de tres variables independientes variadas dos de ellas de dos diferentes formas y la otra de tres diferentes formas.

Por último, el diseño factorial  $K \times L \times M$  designa todo tipo de diseño en el cual se incluyan tres variables independientes las cuales varían en cuanto al número de grados:  $3 \times 3 \times 4$ ,  $5 \times 2 \times 5$ ,  $6 \times 2 \times 3$ , etc.

Cabe aclarar que el tipo de variables independientes con que trabajan los diseños factoriales son de dos clases: activas y atributivas.

Las variables atributivas son características humanas, por ejemplo edad, sexo, aptitud, inteligencia, etc.

Las variables activas son aquellas que esencialmente pueden ser manipuladas, como por ejemplo los métodos de enseñanza, recursos didácticos, etc.

En relación a estos tipos de variables, existen dos -- clases de experimentos basados en diseños factoriales: los que se efectúan con variables atributivas y activas en forma combinada; y los que se efectúan manipulando solo variables activas.

En el siguiente ejemplo, donde se observa el procedimiento de aplicación de un diseño factorial, se plantea un experimento de la primera clase.

Ejemplo de investigación con un diseño factorial (1):

Supongamos que se quieren investigar los efectos de -- dos métodos de enseñanza (variable activa) en dos diferentes niveles de inteligencia (variable atributiva), utilizándose un diseño de 2 x 2 cuyo diagrama es el siguiente:

Métodos de Enseñanza

		A	B
C.I.	Alto	Grupo 1	Grupo 3
	Bajo	Grupo 2	Grupo 4

(1) DONALD ARY et al, o.c., 256-259.

Procedimientos:

- Se estratifica a la población en puntajes altos y bajos de coeficiente intelectual y después se asignan aleatoriamente 60 sujetos a cada uno de los grupos: a) Grupo con C.I. bajo y b) Grupo con C.I. alto.
  
- De cada grupo con C.I. alto y bajo se asignan 30 sujetos a un tratamiento y 30 al otro.

En la siguiente tabla se observan los supuestos resultados:

Niveles C.I.	Métodos de enseñanza (Promedios)		Promedios
	Tratamiento A	Tratamiento B	
Alto	Grupo 1 75.0	Grupo 3 73.0	74
Bajo	Grupo 2 60.0	Grupo 4 64.0	62
Promedios	67.5	68.5	

Efectos de las variables independientes por separado:

- El promedio obtenido por los dos grupos en los dos tratamientos difiere solamente en una unidad: 67.5 - 68.5.

Esto quiere decir que un método de enseñanza no es más efectivo que otro.

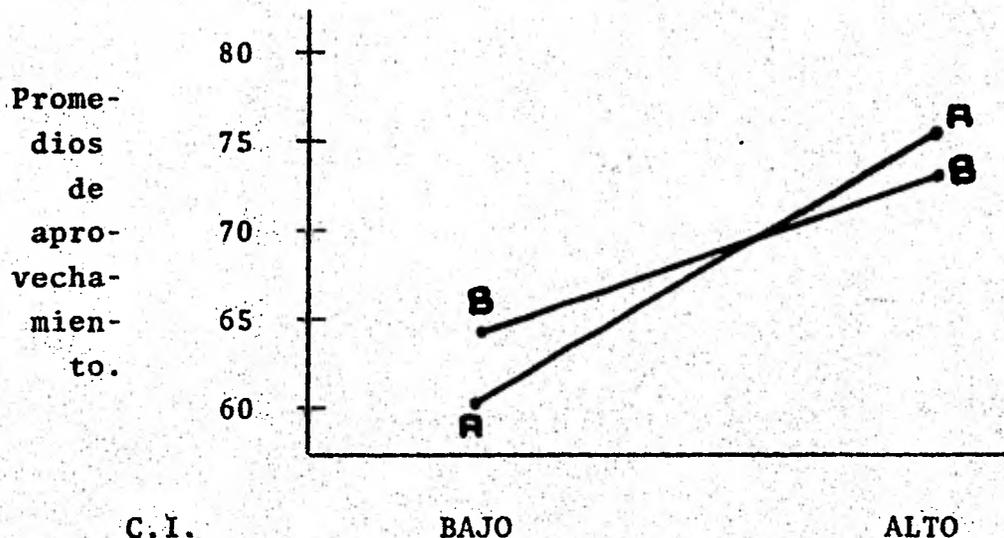
En realidad el alumnado, independientemente de su nivel de inteligencia, no obtiene aprovechamientos mayores aunque se le apliquen diferentes métodos de enseñanza.

- El promedio de los niveles de inteligencia difiere en 12 unidades: 74-62.

Esto quiere decir que en realidad los alumnos que tienen niveles más altos de inteligencia aprenden igualmente con uno u otro tratamiento; de tal modo que lo que hace que con respecto a estos dos tratamientos específicos se obtengan altos o bajos promedios, es el C.I.

Efectos de interacción:

Estos efectos se observan en la siguiente gráfica.



- El método de enseñanza A fue más efectivo para el nivel alto de C.I. (promedio 75.0).
- El método de enseñanza B fue más efectivo para el nivel bajo de C.I. (promedio 64.0).

Conclusión general:

La efectividad del método de enseñanza depende del nivel de inteligencia a que se aplique.

Para finalizar con este capítulo a continuación se pro-

pone un proyecto para realizar un experimento en la E. N .E.P. Aragón.

3.3 Proposición de proyecto para realizar un experimento -- en la E.N.E.P. "Aragón".

Por experiencia propia y además por el concenso general que existe entre los estudiantes y egresados de la carrera de Pedagogía de la E.N.E.P. Aragón, se sabe que uno de los grandes problemas a que nos enfrentamos es la impracticidad profesional de los conocimientos que adquirimos en el aula.

Así, el alumnado va recibiendo una cantidad considerable de conocimientos teóricos acerca de las diversas disciplinas: Psicotécnica Pedagógica, Didáctica, Desarrollo de la Comunidad, Investigación Sociopedagógica, etc., pero los -- cuales nunca pone en práctica en forma organizada y sistematizada.

De este modo cuando el estudiante o egresado se lanza -- al campo ocupacional para empezar a desempeñar su profesión, se encuentra con que es muy poco el trabajo práctico -- que puede realizar. Tiene bien arraigados conceptualmente los principios y procedimientos de la investigación educativa, de

la administración escolar, etc., pero no sabe como aplicarlos en la práctica.

Esto no significa que lo que aprendió en la escuela -- "no sirva para nada" en el sentido ordinario del término; sino que lo recibió de una forma que para su realización práctica en la realidad no le es útil.

Pero este es un problema en el que desde luego tiene -- más ingerencia la institución que el propio alumno.

Es obvio que hace falta una organización inter-asignaturas acerca de los contenidos y actividades de aprendizaje en que debe basarse cada una de ellas, situación en la cual tampoco debe pasarse por alto la libertad de cátedra.

Por estas razones se hace necesaria una investigación que pueda descubrir un procedimiento que posibilite la articulación de los acontecimientos teóricos y prácticos que debe recibir el futuro Licenciado en Pedagogía.

Para tales efectos se propone el siguiente experimento:

- a) Denominación del experimento: "Plan para articular los conocimientos teóricos y prácticos que

requiere el pedagogo para su desempeño profesional".

b) Planteamiento del problema: ¿Cuáles son los -- procedimientos para que el futuro pedagogo maneje con eficiencia los conocimientos teóricos y prácticos propios de su profesión?.

c) Hipótesis: Si se utiliza la asignatura de Prácticas Escolares como apoyo para aplicar los conocimientos teóricos que recibe el alumno, entonces éste manejará con eficiencia los principales elementos teóricos y prácticos propios de su profesión.

d) Definición de variables: La variable a manipular es el método de trabajo en las asignaturas de -- Prácticas Escolares I-2 y Didáctica General 2, para los alumnos que cursan el cuarto semestre de la Licenciatura en Pedagogía.

e) Control de variables: Para realizar el estudio se aplicaría el diseño de grupo de control con posttest únicamente, el cual controla todos los factores relacionados con la validez externa e interna, excepto por los efectos reactivos que pueden causar los dispositivos experimentales ya que es poco probable que los

alumnos participantes no se percaten de su intervención en el experimento.

f) Selección y asignación de sujetos a grupos: De los cuatro grupos del cuarto semestre de la carrera de Pedagogía, se seleccionarían al azar 60 alumnos, tanto del turno matutino como del turno vespertino para formar la muestra.

El procedimiento a seguir para tal efecto sería asignándole a cada uno de los alumnos un número y anotándolo en papelitos, que posteriormente se revolverían en un recipiente con el fin de seleccionar los primeros sesenta que se extrajeran para formar la muestra.

En forma similar se asignarían los sujetos a los grupos; revolviendo los 60 papelitos, los primeros 30 que se extrajeran formarían un grupo y los 30 restantes el otro.

Una vez formados los grupos, los tratamientos se asignarían lanzando una moneda al aire.

g) Procedimiento experimental: Los conocimientos teóricos y prácticos que se tratarían de optimizar a través de la asignatura de Prácticas Escolares -- I-2, serían los de Didáctica General 2.

El profesor de Prácticas Escolares les explicaría a los estudiantes participantes que como en la materia son dos grupos a su cargo, sus miembros pueden trabajar en forma conjunta y además arguyendo algo parecido a la expresión "para que se conozcan mejor".

Al grupo experimental se le enviaría a trabajar durante todo el semestre con los círculos de estudio de Secundaria Abierta que en las Delegaciones Políticas del D.F. se han formado.

Allí los alumnos, llevando un programa de actividades en concordancia con los conocimientos teóricos que supuestamente ya deben manejar en Didáctica 1 y los que estarían adquiriendo en Didáctica 2; los aplicarían prácticamente impartiendo cursos a los auto-didactas del sistema de secundaria abierta.

A los estudiantes asignados al grupo control se les indicaría que buscaran por su cuenta una

institución escolar en donde realizaran cualquier trabajo que se les permitiera: administrativo, de orientación escolar y vocacional, académico, etc.

h) Tratamiento estadístico de los datos: Al finalizar el semestre se les aplicaría a ambos grupos una prueba final (postest) de Didáctica, cuyos reactivos implicarían el dominio total de la materia (teórico y práctico). Por ejemplo:

- "Elabora tales objetivos..."
- "¿Cómo harías para motivar a un grupo de adultos para que se alfabetizara?"
- "Diseña dos actividades de aprendizaje para este objetivo:...."

Posteriormente se compararían los promedios de las puntuaciones  $Y_2$  de ambos grupos a través de la prueba t para saber si la forma organizada y sistemática en que se puso a practicar los conocimientos teóricos de Didáctica al grupo experimental, fue realmente efectiva.

i) Generalización de los descubrimientos: Las posibilidades de generalización de este experimento -

son limitadas, ya que solo se extienden a la población escolar de la carrera de Pedagogía de la E.N.E.P. Aragón.

#### Limitaciones

- Se requiere de la cooperación responsable de los profesores de las diferentes asignaturas.
- Es un estudio que con respecto al tiempo resulta largo: todo el semestre.

#### Utilidad esencial

A pesar de las anteriores limitaciones, con un estudio de este tipo se obtendrán los primeros principios para diseñar procedimientos que articulen los conocimientos teóricos de las asignaturas con su aplicación práctica.

## PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA ESTADISTICA A UTILIZAR EN LA EXPERIMENTACION.

En la investigación experimental es necesario disponer de criterios objetivos cuando se desea aprobar o disprobar una hipótesis dada. Estos criterios los proporciona la estadística, disciplina cuyo desarrollo actual ha hecho posible que para casi cualquier propósito de investigación, se disponga de pruebas adecuadas para tomar decisiones acerca de las hipótesis.

Es necesario aclarar que la estadística se subdivide en dos grandes ramas: descriptiva e inferencial (1).

La estadística descriptiva hace sus análisis basándose en el conjunto total de elementos de una población, por ejemplo se encargaría del conteo que se hace en los censos.

La estadística inferencial describe las características de un conjunto o población tomando como base los datos que le proporciona solo una parte de ella (es decir una muestra). Esto significa que partiendo de los datos obtenidos de una porción de elementos de la población se pueden inferir cuales son las medidas estadísticas de ella como conjunto total.

(1) FERNANDO HOLGUIN QUIÑONES, Estadística descriptiva aplicada a las ciencias sociales, 18.

Por lo anterior y dada la naturaleza de la investigación experimental, sus procedimientos estadísticos -- son siempre de tipo inferencial.

Las pruebas que se utilizan dentro de la estadística inferencial son de dos tipos: paramétricas y no paramétricas (1).

Las pruebas paramétricas son aquellas que deben cumplir con ciertas condiciones con respecto a los parámetros de la población de la que se extrajo la muestra, los cuales no se comprueban ordinariamente sino que se parte del supuesto de que se mantienen constantes. Dichos parámetros son (2):

- Las observaciones deben ser independientes entre sí. Esto quiere decir que al seleccionar un sujeto de la población para formar parte de la muestra, - tal hecho no debe afectar las posibilidades de cualquier otro sujeto de pertenecer también a ella; dicho de otro modo, requiere que la muestra se haya constituido a través de métodos aleatorios.

- Las observaciones deben hacerse en poblaciones -- distribuidas normalmente.

(1) SIDNEY SIEGUEL, Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta, 52.

(2) Ibidem, 39.

- Estas poblaciones deben tener la misma varianza.
- Las variables objeto de investigación, deben haberse medido en escalas de intervalo y de proporción, pero nunca en escalas nominales u ordinales.

Las pruebas no paramétricas son aquellas que no están sujetas a ningún parámetro de la población de la que se obtuvo la muestra y que además no requieren de fuertes mediciones ya que éstas pueden hacerse utilizando cualquier tipo de escala.

Las pruebas que se presentan en este capítulo son del primer tipo y aunque cada vez que se realiza un experimento no se acude a comprobar si se cumple apegadamente con los parámetros requeridos, se las utiliza para mayor exactitud.

Sin embargo cabe aclarar que aunque existen infinidad de pruebas estadísticas, se debe escoger de entre ellas aquella "cuyo modelo se aproxima más a las condiciones de la investigación y cuyos requisitos de medición satisfacen las medidas usadas en la investigación" (1).

Esto significa que es el experimentador quien va a elegir la prueba de significancia estadística que utilizará para validar objetivamente su decisión de aprobar o disprobar una hipótesis.

(1) Ibíd., 25.

No obstante, aparte de elegir una prueba adecuada para realizar el análisis estadístico, se deben plantear -- las hipótesis correspondientes que son:

- Hipótesis de nulidad (simbolizada  $H_0$ ):- Es una aseveración con la finalidad de ser rechazada, y establece que las diferencias encontradas al efectuar un experimento son nulas.
  
- Hipótesis alterna (simbolizada  $H_1$ ):- Es una aseveración cuya finalidad es salir airoso de la refutación a la que es expuesta y que plantea la necesidad de realizar la investigación. Establece por lo tanto -- que las diferencias encontradas al efectuar un experimento son verdaderas (significativas).

Para ilustrar esto veamos el siguiente ejemplo:

$H_0$  = Si se utilizan textos programados en la enseñanza tradicional, no se producirá ningún incremento en el aprendizaje.

$H_1$  = Si se utilizan textos programados en la enseñanza tradicional, se producirán incrementos significativos en el aprendizaje.

La forma de aceptar que la  $H_1$  sale airosa de la refutación a que es expuesta, es desde luego realizando un -- experimento, efectuando las mediciones correspondientes y aplicando la prueba estadística adecuada.

Con respecto a la decisión sobre las hipótesis, hay dos tipos de errores que pueden cometerse (1).

- Error de tipo I. Cuando se rechaza una  $H_0$  que es no rechazable. La probabilidad de cometer -- este tipo de error se simboliza:

$$P \text{ (error tipo I)} = \alpha \text{ (alfa)}$$

- Error de tipo II. Cuando no se rechaza una  $H_0$  que es rechazable. La probabilidad de cometer -- este tipo de error se simboliza:

$$P \text{ (error tipo II)} = \beta \text{ (beta)}$$

En este sentido, surge entonces la interrogante: ¿cómo evitar cometer estos errores?.

Lo que se hace es fijar un nivel de confianza o significación, es decir, un nivel de probabilidad con respecto

(1) MILTON SMITH, Estadística simplificada para psicólogos y educadores, 94.

a que los resultados obtenidos en el experimento sean verdaderos o producto de las fluctuaciones del azar.

En este sentido son numerosas las pruebas estadísticas que tienen sus respectivas tablas en donde ya se hallan especificados los valores de probabilidad a diferentes niveles. Esto es difícil de entender sin ejemplos que ilustren la situación, pero más adelante quedará clarificado cuando se vea la -- aplicación de diferentes pruebas. Lo importante ahora es dejar establecido que convencionalmente en investigación conductual el grado de probabilidad aceptable es de 0.05 y en ocasiones, cuando así lo requiere la investigación en turno, es de 0.01.

Concretamente esto quiere decir que una vez que se han obtenido los resultados del experimento y éstos satisfacen los requisitos como para estar dentro de la probabilidad de 0.05; significa que de cada 100 veces que se hiciera el mismo experimento, existiría la probabilidad de que en 5 de ellas se obtuvieran los mismos resultados por fluctuaciones del azar y 95 veces por efectos de manipulación de la variable experimental.

Ahora bien, entre más riguroso sea el nivel de probabilidad exigido, hay más posibilidades de cometer el error tipo II (beta), pues por exigencia extremada no se rechaza una hipótesis de nulidad que en realidad es falsa.

En el caso contrario, cuando no se requieren niveles de probabilidad muy exigentes, por ejemplo 0.10, hay más probabilidades de cometer el error tipo I (alfa) pues se pueden rechazar hipótesis nulas verdaderas.

Por lo tanto, como se observará, es difícil encontrar un equilibrio perfecto con respecto a los niveles de significancia exigidos: que no sean tan exageradamente rigurosos, ni tan poco rigurosos como para dar oportunidad de cometer cualquiera de los dos tipos de error.

Como ya se dijo, por tal razón el nivel de significancia que convencionalmente se ha aceptado es el de 0.05.

De todas formas, si algún investigador decide exigir otro nivel de confianza no hay nada que se lo impida, siempre y cuando lo fije antes de iniciar su experimento y al seleccionar la muestra.

Este requisito se debe a que en ocasiones los investigadores esperan hasta el final de su análisis estadístico para ver en qué nivel de probabilidad quedaron sus resultados y aprobar o disprobar las hipótesis hasta ese momento, lo cual no tiene ninguna validez.

En cambio, cuando se fija de antemano el nivel de confianza, por ejemplo el de 0.01 (una vez de cada cien - el resultado obtenido se deberá a fluctuaciones del azar) y al finalizar el experimento se encuentra que lo que se obtuvo no alcanza el nivel de 0.01 pero si el de 0.05 y a pesar de ello decimos que no sale airosa la hipótesis alterna, esto es completamente válido, ya que de antemano se fijó el criterio - aceptable para rechazar la hipótesis de nulidad.

En suma, para realizar el análisis estadístico de los resultados de un experimento, se requiere de:

- a) Plantear las hipótesis de nulidad y las hipótesis alternas correspondientes.
- b) Elegir la prueba estadística adecuada para realizar el análisis y
- c) Fijar de antemano un nivel de significancia, es decir, un nivel de probabilidad a partir del cual se aceptan o se rechazan las hipótesis que originaron la investigación.

Son muchas las pruebas estadísticas que existen y que son aplicables a la investigación experimental, pero aquí sólo se verán cuatro de ellas que son muy útiles y de uso

común, son las siguientes:

- Prueba A
  
- Prueba t
  - Simple
  - Apareada
  
- Rango de Duncan
  
- Análisis factorial de varianza

Ahora se abordarán por separado, ejemplificando la aplicación de cada una de ellas.

#### 4.1 Prueba A.

La prueba A es una razón estadística que se utiliza para cubrir cualquiera de los dos fines siguientes:

- a) Determinar la diferencia entre las medias de dos grupos apareados.
  
- b) Determinar la diferencia entre las medias de un mismo grupo al que se le hayan aplicado dos me-

diciones en dos diferentes momentos (pretest-postest).

La ecuación de la prueba A es la siguiente:

$$A = \frac{\sum D^2}{(\sum D)^2}$$

La forma de aplicar la prueba A queda explicada en el siguiente ejemplo:

Se plantea la necesidad de realizar un experimento utilizando el diseño de dos grupos apareados para probar si existen diferencias significativas entre la efectividad de los resultados de aprendizaje en el idioma inglés cuando éste se enseña con el método tradicional como cuando se enseña a través del método audiovisual. En este caso la variable independiente que se manipula es el método de enseñanza.

El diseño de grupos apareados, como se especificó con anterioridad debe tener una variable en referencia a la cual los grupos se van a aparear (o igualar); por ejemplo el promedio general de todas las asignaturas del año anterior escolar.

Así supongamos que disponemos de 20 sujetos cuyos pro-

medios oscilan entre 7 y 9 de calificación general. Lo que se haría en este caso sería determinar cuantos de ellos tienen el mismo promedio y asignar así por parejas y al azar, un sujeto al grupo experimental y uno al grupo control. Así quedaría -- esta ficticia asignación:

PROMEDIOS GENERALES	
GRUPO CONTROL	GRUPO EXPERIMENTAL
7.0	7.0
7.1	7.1
7.2	7.2
7.5	7.5
7.8	7.8
8.0	8.0
8.5	8.5
8.5	8.5
8.9	8.9
9.0	9.0

Una vez formados los grupos se plantean las hipótesis correspondientes:

$H_0$  = Si se utiliza el método de enseñanza audiovisual, entonces se obtienen los mismos rendimientos escolares con respecto al aprendizaje del idioma inglés, que cuando se utiliza el método de ense-

ñanza tradicional. '

$H_1$  = Si se utiliza el método de enseñanza audiovisual, entonces se obtendrán mejores rendimientos escolares con respecto al aprendizaje del idioma inglés, que cuando se utiliza el método de enseñanza tradicional.

Ahora supongamos que después de que en varias sesiones al grupo experimental se le enseña el inglés a través del método audiovisual y al control con el método tradicional, a ambos se les aplica una prueba pedagógica para medir el aprendizaje obtenido.

Con antelación se fija un nivel de confianza de 0.05 como el criterio significativo para aceptar que la  $H_1$  sale airoso de la refutación.

En la siguiente tabla se hallan los supuestos resultados:

Grupo Control	Grupo Experimental	D	D <sup>2</sup>
X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>		
10	10	0	0
9	10	-1	1
8	10	-2	4
7	10	-3	9
7	9	-2	4
7	9	-2	4
7	8	-1	1
6	8	-2	4
5	8	-3	9
5	7	-2	4
		$\Sigma D = -18$	$\Sigma D^2 = 40$

Los pasos para aplicar la prueba A son los siguientes (1):

Paso 1. Se obtiene D, es decir, la diferencia de las calificaciones de cada par de sujetos. Al hacer esta resta no importa que se obtengan números negativos, ya que posteriormente se elevan al cuadrado y el signo (-) desaparece.

En la tabla se ven los resultados obtenidos en la columna D de los cuales debe realizarse su sumatoria.

(1) Para comprender mejor el significado de los símbolos, consultar el glosario estadístico anexo en la parte final de esta tesina.

Paso 2. Cada valor de D se eleva al cuadrado, como se observa en la columna  $D^2$  y también se obtiene su sumatoria.

Paso 3. Se sustituyen los valores en la ecuación correspondiente y se computan las operaciones necesarias; para tal efecto tenemos:

$$\sum D^2 = 40$$

$$(\sum D)^2 = (-18)^2$$

Ecuación:

$$A = \frac{\sum D^2}{(\sum D)^2}$$

Sustitución:

$$A = \frac{40}{(-18)^2} = 0.123$$

De este modo ya obtuvimos un número que denota una diferencia entre las medias de ambos grupos de comparación: 0.123. Sin embargo surge la interrogante: ¿Si  $A = 0.123$  quiere decir que la diferencia entre las medias es realmente significativa? Para contestar esta pregunta entonces hay que fijar los criterios acerca de cuán grande debe ser A como para denotarnos

este tipo de diferencias. Se sigue entonces el siguiente paso:

Paso 4. Se obtienen los grados de libertad en relación al número de sujetos que tomaron parte en el experimento, aplicando la ecuación:

$$g_1 = n - 1$$

Donde:

$n$  designa el número de sujetos de una de las muestras.

Por lo tanto:

$$g_1 = 10 - 1 = 9$$

Como se ve es necesario hacer el cálculo basándose solamente en el número de sujetos -- de una sola muestra y no en el total de ellos, puesto -- que como los grupos están apareados se tiene la seguridad de que cuentan con el mismo número de elementos.

Paso 5. Con los valores de  $A = 0.123$  y  $g_1 = 9$  se acude a la tabla A (1). En ella se observan dos columnas: la vertical denota los grados de libertad ---

(o sea  $n-1$ ) y la horizontal los valores de  $p$  (la probabilidad). En la columna de  $n-1$  se busca en forma -- descendente hasta llegar al número 9 y después en forma horizontal se recorre el renglón de  $p$  hasta encontrar el valor aproximado a nuestro resultado  $A = 0.123$ . Encontramos así que el valor más pequeño de  $A$  con 9 gl es 0.139.

Para que el valor hallado en el experimento se considere significativo, se requiere que sea igual o menor que el valor de la tabla.

Por lo tanto como  $A = 0.123 < 0.139$ ; se aceptá como valor significativo.

Posteriormente si se recorre esta columna -- hacia arriba se encuentra el valor de probabilidad asociado con ella: 0.001.

Esta cantidad 0.001 significa que la probabilidad de que este resultado ocurriera (el de 0.123) por efectos del azar, es de una vez de cada mil en que se llevara a cabo el experimento. Matemáticamente esto se explica como:  $\frac{1}{1000} = 0.001$ .

Como ya se había especificado con anterioridad un valor de  $p = 0.05$  es lo que convencionalmente se considera como válido para que salga airoso la  $H_1$ . En el caso de este ejemplo la diferencia entre las medias de ambos grupos de comparación es realmente significativa, ya que la probabilidad de 0.05 ha sido rebasada e incluso alcanza la de 0.001.

Paso 6. Se aceptan o rechazan las hipótesis correspondientes.

Como la probabilidad de las diferencias significativas encontradas en el ejemplo es de 0.001 (aún menor que 0.05) que fue el criterio que se fijó con antelación, se rechaza la  $H_0$  y la  $H_1$  sale airoso de la refutación, es decir que la enseñanza del idioma inglés es más efectivo el aprendizaje cuando se aplica el método audiovisual que cuando se aplica el método tradicional.

#### 4.2 Prueba t simple.

La prueba t es una razón que se utiliza para determinar la diferencia entre las medias de dos muestras independientes. Es la que comúnmente se aplica cuando se realizan ex-

perimentos que utilizan el diseño de dos grupos seleccionados al azar.

Como se sabe, el fin primordial de estudios de este tipo es conocer cuáles son las diferencias de los resultados obtenidos por los dos grupos de comparación. Si sus hipótesis predicen que el grupo experimental tendrá una media significativamente mayor que la del grupo control, la prueba t es el medio más adecuado y eficiente para aceptar que esa hipótesis sale airosa de la refutación a que es expuesta. No basta con saber que una media de por ejemplo 8.6 es mayor que otra de 7.9 solo porque esto es lo que percibimos a simple vista, sino que hay que validar esta aparente diferencia a través de un proceso estadístico como lo es la prueba t.

La ecuación de esta prueba es la siguiente:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\left(\frac{SC_1 + SC_2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)}\right) \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

Donde:

$\bar{X}$  = media (promedio) de cualquiera de los grupos.

SC = suma de cuadrados de los puntajes de cualquiera de los grupos.

n = número de miembros que forman una muestra.

Para ver la forma de aplicación de la prueba t, supongamos que trabajamos con las mismas hipótesis que con el ejemplo de la prueba A.

Se hace por lo tanto un experimento utilizando el diseño de dos grupos seleccionados al azar con postest únicamente, para probar si existen diferencias significativas entre la efectividad de los resultados de aprendizaje en el idioma inglés cuando éste se enseña con el método tradicional como cuando se enseña a través del método audiovisual. Se fija también un nivel de significancia de 0.05 para aceptar la  $H_1$ . En la tabla se observan los supuestos resultados (página siguiente), aplicándose los siguientes pasos:

Faso 1. Se obtiene la media de las puntuaciones de los grupos control y experimental con la siguiente ecuación:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

Por lo tanto la media del grupo control es:

$$\bar{X}_1 = \frac{86}{14} = 6.14$$

Y la del grupo experimental es:

$$\bar{X}_2 = \frac{122}{14} = 8.71$$

Grupo Control		Grupo Experimental	
$X_1$	$X_1^2$	$X_2$	$X_2^2$
3	9	7	49
3	9	7	49
5	25	7	49
6	36	8	64
6	36	8	64
6	36	9	81
6	36	9	81
6	36	9	81
6	36	9	81
7	49	9	81
7	49	10	100
7	49	10	100
8	64	10	100
10	100	10	100
<hr/>		<hr/>	
$\sum X_1 = 86$	$\sum X_1^2 = 570$	$\sum X_2 = 122$	$\sum X_2^2 = 1080$
$\bar{X}_1 = 6.14$		$\bar{X}_2 = 8.71$	

Paso 2. Se obtiene la suma de cuadrados de ambos grupos, aplicándose la siguiente ecuación:

$$SC = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}$$

Por lo tanto la SC del grupo control es:

$$SC_1 = 570 - \frac{(86)^2}{14} = 41.72$$

Y la del grupo experimental es:

$$SC_2 = 1080 - \frac{(122)^2}{14} = 16.86$$

Paso 3. Se sustituyen los valores correspondientes en la ecuación de la prueba t. Tenemos así:

$$\begin{array}{ll} \bar{X}_1 = 6.14 & \bar{X}_2 = 8.71 \\ n_1 = 14 & n_2 = 14 \\ SC_1 = 41.72 & SC_2 = 16.86 \end{array}$$

Por lo tanto si la ecuación de t es:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\left( \frac{SC_1}{n_1 - 1} + \frac{SC_2}{n_2 - 1} \right) \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

Como se fijó un nivel de significancia de --  
0.05; se localiza el valor encontrado en la  
intersección de la columna  $p = 0.05$  y  $gl = 26$ , dicho -  
valor es 2.056.

La diferencia de esta tabla con la de A es  
que en esta última, el valor encontrado a -  
través de un análisis estadístico es significativo si  
es igual o menor que el valor de la tabla. En la de t,  
por el contrario, un valor es significativo si es igual  
o mayor que el valor de la tabla.

Paso 6. Se emiten las conclusiones.

En el caso de nuestro ejemplo, la cantidad -  
obtenida en el experimento es 11.62 y la cantidad de --  
la tabla es 2.056; como la primera es mayor que la úl-  
tima, se acepta que las diferencias entre los grupos -  
son significativas y por lo tanto se admite que la  $H_1$   
sale airosa de la refutación a que fue expuesta, esto es,  
que en la enseñanza del idioma inglés es más efectivo  
el aprendizaje cuando se aplica el método audiovisual  
que cuando se aplica el método tradicional.

#### 4.3 Prueba t apareada.

La prueba t cuando se aplica al diseño de grupos apareada-

Sustituyendo obtendremos:

$$t = \frac{8.71 - 6.14}{\sqrt{\left(\frac{41.72}{(14-1)} + \frac{16.86}{(14-1)}\right) \left(\frac{1}{14} + \frac{1}{14}\right)}} = 11.62$$

Cabe aclarar que cuando  $\bar{X}_1$  es menor que  $\bar{X}_2$  como es el caso de este ejemplo, lo que se hace entonces es restar a la media mayor la menor, lo cual no afecta el resultado final.

Paso 4. Se obtienen los grados de libertad en relación al número de sujetos que tomaron parte en el experimento, aplicándose la ecuación:

$$gl = N - 2$$

Donde:

N designa el total de sujetos participantes.

Por lo tanto:

$$gl = 28 - 2 = 26$$

Paso 5. Con los valores de  $t = 11.62$  y  $gl = 26$  se acude a la tabla t (1). En ella se observan dos columnas: la horizontal denota los valores de p (la probabilidad) y la vertical los valores correspondientes a los grados de libertad.

(1) Ver: MILTON SMITH, o.c., 77.

dos, presenta diferencias con respecto al modo de aplicación -- en el diseño de dos grupos seleccionados al azar (dos muestras independientes).

La ecuación de esta variante de la prueba t es:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{\sum D^2 - \frac{(\sum D)^2}{n}}{n(n-1)}}$$

La prueba t apareada es similar a la prueba A en cuanto que trata de encontrar las diferencias significativas entre las medias de dos grupos apareados; pero es diferente en cuanto que no puede determinar si los puntajes de un mismo grupo medido en dos distintos momentos, son significativamente diferentes.

Cabe aclarar que la ecuación de la prueba t apareada -- es más laboriosa de computar, por lo que siempre que -- se trabaje con grupos apareados es más recomendable utilizar -- la prueba A, pues a través de cualquiera de ella se puede llegar a las mismas conclusiones.

Para comprender lo anterior, utilizemos el mismo ejemplo expuesto para la prueba A. Una vez apareados los 20 sujetos según su promedio general (ver la tabla de la página 108) se les administran los diferentes tratamientos experimentales, y finalmente se les aplica una prueba pedagógica -- para diferenciar el aprendizaje obtenido por ambos grupos.

En la siguiente tabla se hallan los supuestos resultados:

Grupo control	Grupo experimental	D	D <sup>2</sup>
X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>		
10	10	0	0
9	10	-1	1
8	10	-2	4
7	10	-3	9
7	9	-2	4
7	9	-2	4
7	8	-1	1
6	8	-2	4
5	8	-3	9
5	7	-2	4
<hr/>		<hr/>	
$\Sigma X_1 = 71$	$\Sigma X_2 = 89$	$\Sigma D = -18$	$\Sigma D^2 = 40$
$\bar{X}_1 = 7.1$	$\bar{X}_2 = 8.9$		

Los pasos para aplicar la prueba t para grupos apareados son los siguientes:

Paso 1. Se obtiene la media de cada grupo, es decir:

Grupo control  $\bar{X}_1 = \frac{71}{10} = 7.1$

Grupo experimental  $\bar{X}_2 = \frac{89}{10} = 8.9$

Paso 2. Se obtiene D, es decir, la diferencia de las calificaciones de cada par de sujetos.

En la tabla se ven los resultados obtenidos en la columna D, de los cuales debe realizarse su sumatoria.

Paso 3. Cada valor de D se eleva al cuadrado, como se observa en la columna  $D^2$  de la tabla y también se obtiene su sumatoria.

Paso 4. Se sustituyen los valores en la ecuación correspondiente y se computan las operaciones necesarias.

Ecuación:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{\sum D^2 - \frac{(\sum D)^2}{n}}{n(n-1)}}$$

Sustitución:

$$t = \frac{8.9 - 7.1}{\sqrt{\frac{40 - \frac{(-18)^2}{10}}{10(10-1)}}} = 6.228$$

Paso 5. Se obtienen los grados de libertad utilizando la ecuación para grupos apareados:

$$gl = n - 1$$

Por tanto:

$$gl = 10 - 1 = 9$$

Paso 6. Se acude a la tabla t como se hizo anteriormente, pero ahora con los valores obtenidos:

$$t = 6.228$$

$$gl = 9$$

Como se fijó con antelación un nivel de significancia de 0.05, en la columna de  $p = 0.05$  con 9 gl se busca que el valor encontrado en la intersección de ambas columnas sea igual o menor al obtenido en el análisis estadístico de nuestro experimento.

Recorriendo la columna vertical de  $p = 0.05$  hacia abajo hasta la convergencia con la columna horizontal  $gl=9$ , encontramos una cantidad: 2.262. Como esta cantidad es menor que la obtenida: 6.228, entonces se acepta que las diferencias entre los grupos son significativas y por lo tanto se rechaza la  $H_0$  planteada en un principio.

#### 4.4 Rango de Duncan.

El investigador en muchas ocasiones necesita hacer comparaciones entre más de dos grupos, es decir, entre tres, cuatro o más muestras o grupos.

La prueba de Rango de Duncan es un procedimiento estadístico que se utiliza para determinar las diferencias significativas entre las medias de varios grupos. Lo que interesa es hacer comparaciones entre los grupos en forma individual

y no en forma combinada: es decir que si se hace un experimento en el que toman parte tres grupos, se tratarían de determinar las diferencias entre el grupo 1 y 2, entre el 2 y 3 y entre el 1 y 3; más no entre grupo 1 y por ejemplo los grupos 2 y tres como una combinación (1).

El análisis del rango de Duncan requiere de la ecuación del error de varianza, simbolizado Se:

$$Se = \sqrt{\frac{SC_1 + SC_2 + SC_3 + \dots + SC_n}{(n-1)_1 + (n-1)_2 + (n-1)_3 + \dots + (n-1)_n}}$$

En esta ecuación, el símbolo  $SC_n$  denota a cualquier número de grupos de comparación; así si fuesen 5 grupos el numerador quedaría de la siguiente forma:  $SC_1 + SC_2 + SC_3 + SC_4 + SC_5$ .

Por otra parte el símbolo  $n$  denota el número de sujetos que componen cada uno de los grupos; y en forma similar a la suma de cuadrados, el símbolo  $(n-1)_n$  denota cualquier número de grupos utilizados en el experimento. Del mismo modo que en el ejemplo anterior, si fuesen 5 grupos de comparación formados por 15, 14, 14, 13 y 12 sujetos respectivamente, el denominador quedaría de la siguiente forma:  $(15-1) + (14-1) + (14-1) + (13-1) + (12-1)$ .

(1) F.J. MC. GUIGAN, o.c., 248.

Cabe aclarar que esta ecuación se utiliza cuando el número de sujetos de cada uno de los grupos de comparación es desigual.

Cuando se da el caso de que el número de sujetos por grupo es exactamente igual, el denominador de la ecuación cambia pues indica la multiplicación del número exacto de los grupos por la diferencia del número de sujetos menos uno. Por ejemplo, si se trabaja con cuatro grupos, formado cada uno de ellos por 20 sujetos, la ecuación quedaría de la siguiente forma:

$$Se = \sqrt{\frac{SC_1 + SC_2 + SC_3 + SC_4}{4 (20 - 1)}}$$

Para comprender su forma de aplicación, supongamos ahora que se hace un experimento para determinar la influencia que ejercen en el aprendizaje a nivel secundaria, las técnicas grupales. Las hipótesis se plantean entonces de la siguiente manera:

$H_0 =$  Si se utilizan técnicas grupales en la enseñanza secundaria, entonces éstas no causarán ningún incremento en el rendimiento escolar del alumnado.

H<sub>1</sub> = Si se utilizan técnicas grupales en la enseñanza secundaria, entonces éstas provocarán notables incrementos en el rendimiento escolar del alumnado.

Posteriormente se forman tres grupos:

Grupo 1. Se le enseñan todas las asignaturas del año escolar utilizando el método de técnicas grupales en un cien por ciento del tiempo de permanencia -- en clase.

Grupo 2. Se le enseñan todas las asignaturas del año escolar utilizando el método de enseñanza tradicional en un cincuenta por ciento del tiempo de permanencia en clase, y en el otro cincuenta por ciento se le enseña con técnicas grupales.

Grupo 3. Se le enseñan todas las asignaturas del año escolar en la forma tradicional, durante -- todo el tiempo de clase solo el profesor imparte la -- enseñanza y no se utilizan técnicas grupales.

Al finalizar el año escolar se obtienen los promedios generales (de todas las asignaturas) de aprovechamiento de cada uno de los alumnos que tomaron parte en el experimento.

Se fija un nivel de confianza de 0.05 como el criterio significativo para que se considere que la  $H_1$  sale airoso de la refutación a que es expuesta.

Los supuestos resultados se hallan en la tabla de la -- página siguiente. Con tales datos, el Rango de Duncan se aplica realizando los siguientes pasos:

Paso 1. Se obtiene la media de cada grupo. Para -- nuestro ejemplo:

$$\text{Grupo 1} \quad \bar{X}_1 = \frac{138}{15} = 9.2$$

$$\text{Grupo 2} \quad \bar{X}_2 = \frac{124}{15} = 8.26$$

$$\text{Grupo 3} \quad \bar{X}_3 = \frac{122}{15} = 8.13$$

Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
$X_1$	$X_1^2$	$X_2$	$X_2^2$	$X_3$	$X_3^2$
10	100	10	100	10	100
10	100	10	100	10	100
10	100	10	100	10	100
10	100	10	100	10	100
10	100	10	100	9	81
10	100	10	100	9	81
10	100	10	100	9	81
10	100	9	81	8	64
9	81	9	81	8	64
9	81	8	64	8	64
9	81	7	49	7	49
8	64	6	36	6	36
8	64	5	25	6	36
8	64	5	25	6	36
7	49	5	25	6	36
$\sum X_1 = 138$ $\sum X_1^2 = 1248$		$\sum X_2 = 124$ $\sum X_2^2 = 1086$		$\sum X_3 = 122$ $\sum X_3^2 = 1028$	
$n = 15$		$n = 15$		$n = 15$	
$\bar{X}_1 = 9.2$		$\bar{X}_2 = 8.26$		$\bar{X}_3 = 8.13$	
$SC_1 = 14.4$		$SC_2 = 60.94$		$SC_3 = 35.74$	

Paso 2. Se obtiene la suma de cuadrados de cada grupo:

$$\text{Grupo 1} \quad SC_1 = 1284 - \frac{(138)^2}{15} = 14.4$$

$$\text{Grupo 2} \quad SC_2 = 1086 - \frac{(124)^2}{15} = 60.94$$

$$\text{Grupo 3} \quad SC_3 = 1028 - \frac{(122)^2}{15} = 35.74$$

Paso. 3 Se aplica la ecuación correspondiente.

Como en nuestro caso tenemos tres grupos iguales respecto al número de sujetos, la ecuación es:

$$Se = \sqrt{\frac{SC_1 + SC_2 + SC_3}{3(15-1)}}$$

Sustituyendo por nuestros valores obtenidos:

$$Se = \sqrt{\frac{14.4 + 60.94 + 35.74}{3(15-1)}} = 1.62$$

Paso 4. Se determinan los grados de libertad, que para el Rango de Duncan se obtienen de la siguiente manera:

$$gl = N - r$$

Donde:

N = Número total de sujetos

r = Número de grupos

Por lo tanto:

$$g_1 = 45 - 3 = 42$$

Paso 5. Se obtienen los valores de los rangos estandarizados menos significativos y de los rangos menos significativos de acuerdo a los resultados obtenidos para acudir con ellos a la tabla de Rango de Duncan (1).

Como de lo que se trata es de obtener -- las diferencias entre los grupos individualmente y no entre ellos en forma combinada, se deben hallar primero los valores de  $r_p$ , o sea, los rangos estandarizados menos significativos. El símbolo  $r_p$  significa el número de grupos a lo largo de los cuales se va a hacer una diferenciación solo entre dos grupos individuales. Esto queda explicado mejor de la siguiente manera:

- Primero se trataría de hallar las diferencias significativas entre los grupos 1 y 3 de nuestro ex-

perimento, ya que son los que obtuvieron las medias más extremas:

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
$\bar{X}$ .	9.2	8.26	8.13

Como la distancia entre 9.2 y 8.13 implica tres grupos, entonces el valor obtenido es:

$$r_p = 3$$

Esto quiere decir que al grupo de la media superior se le suma el grupo de la media inferior más el número de grupos intermedios:  $1 + 1 + 1 = 3$ .

Cabe aclarar que si por ejemplo fuesen cinco grupos a lo largo de los cuales se fueran a comparar dos medias extremas, entonces el valor de  $r_p$  sería:  $1 + 1 + 3 = 5$ .

- Siguiendo con nuestro ejemplo, después se trataría de hallar la diferencia significativa entre el grupo 1 y 2; como la distancia entre 9.2 y 8.26 implica dos grupos solamente, entonces el segundo valor obtenido es:

$$r_p = 2$$

- Por último, se trataría de hallar la diferencia significativa entre los grupos 2 y 3; como la distancia entre 8.26 y 8.13 implica también solo dos grupos, el tercer valor obtenido es:

$$r_p = 2$$

Si se observa la tabla correspondiente, en la columna superior horizontal se hallan los valores  $r_p$  y -- en la vertical del lado izquierdo los valores de  $g_1$ .

Lo que se hace es buscar el valor al interseccionar ambas columnas.

En el primer caso se localiza el valor  $r_p = 3$ ; es decir, al comparar las medias más extremas de un grupo de tres medias. De este modo al buscar en la tabla un valor para  $g_1 = 42$  y  $r_p = 3$ , nos encontramos con que no hay un renglón para 42  $g_1$ , pero utilizamos entonces los dos renglones que contiene este valor: 40 y 60  $g_1$ . Así buscamos el valor de  $r_p = 3$  y  $r_p = 2$  con 40-60  $g_1$ . Para no caer en errores, elegimos el renglón más cercano a nuestro valor de 42  $g_1$ .

Por tanto interseccionamos las columnas de 40  $g_1$  y  $r_p = 3$ , encontrando el siguiente valor: 3.01.

La misma operación se efectúa para  $r_p = 2$  y se obtiene: 2.86.

En suma:

$$r_p^2 = 2.86$$

$$r_p^3 = 3.01$$

Paso 6. Se obtienen los rangos menos significativos de acuerdo a los valores obtenidos en el experimento, aplicando la siguiente ecuación:

$$R_p = Se r_p \sqrt{\frac{1}{n}}$$

Así, la sustitución para encontrar la  $R_p$  de dos grupos es:

$$R_p^2 = (1.62) (2.86) \sqrt{\frac{1}{15}} = 1.19$$

Y para encontrar la  $R_p$  de tres grupos es:

$$R_p^3 = (1.62) (3.01) \sqrt{\frac{1}{15}} = 1.25$$

Paso 7. Se resumen en una tabla los valores encontrados:

Número de grupos		
	2	3
$r_p$	2.86	3.01
$R_p$	1.19	1.25

Paso 8. Se disponen en rangos ordenados, las --  
medias de los tres grupos de compara-  
ción utilizados:

Grupo 3	Grupo 2	Grupo 1
8.13	8.26	9.2

Después se obtiene la diferencia entre la media mayor  
y la menor:

$$9.2 - 8.13 = 1.07$$

En la tabla anterior se observa que  $R_p 3 = 1.25$ . Para  
que la diferencia entre estos dos grupos (el 1 y el 3)  
sea significativa a un nivel de 0.05, la diferencia encontrada  
debe ser igual o mayor que  $R_p 3$

Sin embargo como  $1.07 < 1.25$  se concluye que la media del grupo 1 no es significativamente mayor que la -- del grupo 3.

Incluso ya no tiene caso comparar las medias de los -- grupos 1 y 2, y 2 y 3, puesto que las medias extremas no fueron significativamente diferentes.

Para comprobarlo veamos:

$$\text{Grupos 1 y 2: } 9.2 - 8.26 = 0.94$$

$$R_p = 1.19$$

$$\text{Por lo tanto: } 0.94 < 1.19$$

$$\text{Grupos 2 y 3: } 8.26 - 8.13 = 0.13$$

$$R_p = 1.19$$

$$\text{Por lo tanto: } 0.13 < 1.19$$

Paso 9. Se emite la conclusión: Esta se esquematiza subrayando aquellas medias cuya diferencia no es significativa.

Para nuestro caso, como la diferencia -- entre las medias más extremas no fue significativa, y por lo tanto entre los grupos intermedios

tampoco lo fue, el resultado final se esquematiza de la siguiente forma:

$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
9.2	8.26	8.13

---

Por tal razón se debe admitir que la  $H_1$  no salió --  
airosa de la refutación a que fue expuesta.

Esto quiere decir que la utilización de las técnicas grupales no causa ningún incremento en el rendimiento escolar de los alumnos de secundaria.

En este caso, solo si la diferencia obtenida entre --  
las medias extremas hubiese sido mayor que  $R_p$ , por -  
ejemplo 1.30 en lugar de 1.07, se habría aceptado como signifi-  
cativa y se hubiera rechazado la  $H_0$ .

#### 4.5 Análisis factorial de varianza.

Este tipo de análisis estadístico se utiliza cuando, se hacen experimentos con diseños factoriales, los -

cuales ya se explicaron brevemente con anterioridad.

De todas formas conviene recordar que los diseños -- factoriales son aquellos que estudian los efectos de varias variables independientes sobre una dependiente; tanto -- las influencias que ejercen por separado como las que ejercen -- debido a sus interacciones.

Por tanto, como se trata de una serie de variaciones que ejercen tanto variables independientes como inter -- acciones, el concepto de suma de cuadrados es importante; ya -- que significa la expresión matemática de las variaciones exis -- tentes que se dan cuando se realiza un experimento. Así se -- tienen:

- Suma de cuadrados dentro de los grupos.- Las -- variaciones que existen dentro de cada uno de los grupos que participan en el experimento.
- Suma de cuadrados entre los grupos.- Las varia -- ciones entre los grupos (3, 4, 5, etc.) que to -- man parte en el experimento.
- Suma de cuadrados total.- La variación total.

- Suma de cuadrados entre las condiciones de la -- primera variable independiente.- Las variaciones que se dan por la manipulación de la primera variable independiente.
  
- Suma de cuadrados entre las condiciones de la segunda variable independiente.- Las variaciones que se dan por la manipulación de la segunda variable independiente.
  
- Suma de cuadrados de la interacción ejercida por las dos variables independientes.- Las variaciones que se dan por la manipulación de las dos variables independientes en forma combinada.

Por otra parte, el análisis factorial de varianza produce una razón F, la cual indica la magnitud de la diferencia entre los grupos en relación con la magnitud de la variación dentro de los grupos. Este concepto es un tanto difícil de comprender, pero lo importante es tener presente -- que el análisis estadístico de los diseños factoriales se efectúa comparando los resultados obtenidos con valores estandarizados: los de la tabla F (1).

(1) Ver: JACK LEVIN, Fundamentos de estadística en investigación social, 151 y 152.

A continuación se presenta un ejemplo para ilustrar como se efectúa el análisis factorial de varianza.

Supongamos que se desea saber mediante un diseño --  
2 x 2, en qué forma inciden sobre el aprendizaje dos variables independientes de tipo activo: método de enseñanza (tradicional y activa) y recursos didácticos (textos de consulta tradicionales y textos de consulta programados).

El diagrama sería el siguiente:

		Método de enseñanza	
		Tradicional	Activa
Recursos didácticos	Textos programados.	Grupo 1	Grupo 2
	Textos tradicionales.	Grupo 3	Grupo 4

Como son cuatro las combinaciones posibles, entonces se forman cuatro grupos para someterse a las diferentes condiciones experimentales.

El análisis factorial de varianza de nuestro caso debe responder a las siguientes preguntas:

- 1) ¿La enseñanza de tipo tradicional provoca un aprendizaje diferente que la de tipo activo?
- 2) ¿El uso de textos programados provoca un aprendizaje diferente que el que causan los textos comunes utilizados tradicionalmente?
- 3) ¿Existe una interacción entre el método de enseñanza (tradicional o activa) y el tipo de textos utilizados (programados o tradicionales)?

Por lo tanto, las hipótesis que se someten a prueba son:

1)  $H_0$  = Si se aplica el método de enseñanza activa, ésta no provocará un aprendizaje diferente al causado por la enseñanza tradicional.

$H_1$  = Si se aplica el método de enseñanza activa, entonces ésta provocará un aprendizaje significativamente diferente al causado por la enseñanza tradicional.

2)  $H_0$  = Si se utilizan textos programados, éstos no provocarán un aprendizaje diferente al causado por el uso de textos utilizados tradicionalmente.

$H_1$  = Si se utilizan textos programados, entonces éstos provocarán un aprendizaje significativamente diferente al causado por el uso de textos utilizados tradicionalmente.

3)  $H_0$  = No existe una interacción entre el método de enseñanza (tradicional o activa) y el tipo de textos utilizados (programados o tradicionales).

$H_1$  = Sí existe una interacción entre el método de enseñanza (tradicional o activa) y el tipo de textos utilizados (programados o tradicionales).

Para comprobar si las hipótesis alternas salen airo-  
sas de la refutación, supóngase que se eligen al azar

24 sujetos para formar la muestra.

Posteriormente se les asigna un número a cada uno de ellos y se anotan en papelitos, los cuales se revuelven en un recipiente y se decide que los primeros seis que se extraigan formarán un grupo, los siguientes seis el otro, etc.

En cuanto a los tratamientos experimentales que se administrarían a cada grupo, se elegirían con el lanzamiento de una moneda.

Tales tratamientos se administrarían específicamente así:

- Grupo 1.- Se le enseña a través del método tradicional, reforzándose el aprendizaje con el uso de textos programados.
- Grupo 2.- Se le enseña a través del método activo, reforzándose el aprendizaje con el uso de textos programados.
- Grupo 3.- Se le aplica el método de enseñanza tradicional, utilizándose textos comúnmente tradicionales, como refuerzo al aprendizaje.

- Grupo 4.- Se le aplica el método de enseñanza activa, utilizando textos comúnmente tradicionales, como refuerzo al aprendizaje.

Partamos del supuesto de que después de que durante un curso a cada grupo se le proporcionó el tratamiento indicado, los promedios finales del alumnado fueron los que se indican en la tabla de la página siguiente.

El procedimiento de análisis estadístico se efectúa de la siguiente forma:

Paso 1. Se obtiene la suma total de cuadrados, aplicándose la ecuación:

$$SC \text{ total} = (\sum X_1^2 + \sum X_2^2 + \sum X_3^2 + \sum X_4^2) - \frac{(\sum X_1 + \sum X_2 + \sum X_3 + \sum X_4)^2}{N}$$

Sustitución:

$$SC \text{ total} = (285 + 562 + 326 + 407)^2 - \frac{(41 + 58 + 44 + 49)^2}{24} = 44$$

Grupo 1		Grupo 2	
$X_1$	$X_1^2$	$X_2$	$X_2^2$
6	36	9	81
6	36	9	81
6	36	10	100
7	49	10	100
8	64	10	100
8	64	10	100
<hr/>		<hr/>	
$\Sigma X_1 = 41$	$\Sigma X_1^2 = 285$	$\Sigma X_2 = 58$	$\Sigma X_2^2 = 562$
$\bar{X}_1 = 6.83$		$\bar{X}_2 = 9.66$	
Grupo 3		Grupo 4	
$X_3$	$X_3^2$	$X_4$	$X_4^2$
6	36	7	49
7	49	7	49
7	49	8	64
8	64	8	64
8	64	9	81
8	64	10	100
<hr/>		<hr/>	
$\Sigma X_3 = 44$	$\Sigma X_3^2 = 326$	$\Sigma X_4 = 49$	$\Sigma X_4^2 = 407$
$\bar{X}_3 = 7.33$		$\bar{X}_4 = 8.16$	
$n = 6$ (para todos los grupos)			

Paso 2. Se obtiene la suma de cuadrados entre los grupos, utilizando la ecuación:

$$SC \text{ entre} = \frac{(\sum X_1)^2}{n_1} + \frac{(\sum X_2)^2}{n_2} + \frac{(\sum X_3)^2}{n_3} + \frac{(\sum X_4)^2}{n_4} - \frac{(\sum X_1 + \sum X_2 + \sum X_3 + \sum X_4)^2}{N}$$

Sustitución:

$$SC \text{ entre} = \frac{(41)^2}{6} + \frac{(58)^2}{6} + \frac{(44)^2}{6} + \frac{(49)^2}{6} - \frac{(192)^2}{24} = 27.64$$

Paso 3. Se obtiene la suma de cuadrados (dentro) intragrupos, mediante la siguiente ecuación:

$$SC \text{ intra} = SC \text{ total} - SC \text{ entre}$$

Sustitución:

$$SC \text{ intra} = 44 - 27.64 = 16.36$$

Paso 4. Se procede a obtener la expresión matemática de la variación de cada variable independiente.

4.1 La ecuación para la SC entre las cantidades de la primera variable independiente; es decir, - entre los métodos de enseñanza tradicional y activa, es la siguiente:

SC inter cantidades

$$\text{de la primera V.I.} = \frac{(\sum X_1 + \sum X_3)^2}{n_1 + n_3} + \frac{(\sum X_2 + \sum X_4)^2}{n_2 + n_4} - \frac{(\sum X_1 + \sum X_2 + \sum X_3 + \sum X_4)^2}{N}$$

Sustitución:

SC inter cantidades

$$\text{de la primera V.I.} = \frac{(41 + 44)^2}{6 + 6} + \frac{(58 + 49)^2}{6 + 6} - \frac{(192)^2}{24} =$$

20.16

4.2 La ecuación para la SC entre las cantidades de la segunda variable independiente; es decir, - entre el uso de textos programados y tradicionales - es la siguiente:

SC inter cantidades

$$\begin{aligned} \text{de la segunda V.I.} &= \frac{(\sum X_1 + \sum X_2)^2}{n_1 + n_2} + \frac{(\sum X_3 + \sum X_4)^2}{n_3 + n_4} \\ &\quad - \frac{(\sum X_1 + \sum X_2 + \sum X_3 + \sum X_4)^2}{N} \end{aligned}$$

Sustitución:

SC inter cantidades

$$\text{de la segunda V.I.} = \frac{(41 + 58)^2}{6 + 6} + \frac{(44 + 49)^2}{6 + 6} - \frac{(192)^2}{24} = 1.50$$

Paso 5. Se halla la suma de cuadrados de la posible interacción de las dos variables independientes, realizando la sustracción:

Interacción SC = SC entre - SC inter cantidades de la primera V.I. - SC inter cantidades de la segunda V.I.

Sustitución:

$$\text{Interacción SC} = 27.64 - 20.16 - 1.50 = 5.98$$

Paso 6. Se determinan los diversos grados de libertad necesarios.

6.1 Grados de libertad totales, con la ecuación:

$$gl \text{ total} = N - 1$$

Sustitución:

$$gl \text{ total} = 24 - 1 = 23$$

6.2 Grados de libertad entre los grupos, con la ecuación:

$$gl \text{ entre} = r - 1$$

Donde:  $r$  = número de grupos.

Por lo tanto:

$$gl \text{ entre} = 4 - 1 = 3$$

6.3 Grados de libertad dentro de los grupos, con la ecuación:

$$gl \text{ intra} = N - r$$

Sustitución:

$$gl \text{ intra} = 24 - 4 = 20$$

6.4 Grados de libertad entre las cantidades de la primera variable independiente. Como únicamente se considera una sola variable, se tienen solo dos condiciones experimentales: método de enseñanza tradicional y método de enseñanza activa. Si por un momento se descarta la segunda variable independiente, nos quedarían solo dos grupos a cada uno de los cuales se les administraría uno de los métodos de enseñanza. Partiendo de este supuesto se considera que  $r = 2$  y se obtienen los grados de libertad con la siguiente ecuación:

$$gl \text{ entre cantidades de la primera V.I.} = r - 1$$

Sustitución:

$$gl \text{ entre cantidades de la primera V.I.} = 2 - 1 = 1$$

6.5 Grados de libertad entre las cantidades de la segunda variable independiente. Como también se descarta la otra variable independiente, solo quedan dos condiciones experimentales: uso de textos programados y uso de textos tradicionales; quedando por lo tanto solo dos grupos y teniendo  $r$  entonces también el valor de 2:

$$gl \text{ entre cantidades de la segunda V.I.} = 2 - 1 = 1$$

6.6 Los grados de libertad de la interacción se obtienen multiplicando el número de gl para la -- primera variable independiente por el número de gl -- para la segunda variable independiente, esto es:  
gl interacción = 1 x 1 = 1

Paso 7. Se obtienen las medias de las sumas de -- cuadrados de las dos variables indepen- dientes, de la interacción y de las variaciones den- tro de los grupos (intra grupos).

Para ello, se divide la SC de cada una de las fuentes de variación entre los grados de libertad correspondientes:

$$\bar{X}C \text{ de la 1a. V.I. : } \frac{20.16}{1} = 20.16$$

$$\bar{X}C \text{ de la 2a. V.I. : } \frac{1.50}{1} = 1.50$$

$$\bar{X}C \text{ de la interacción : } \frac{5.98}{1} = 5.98$$

$$\bar{X}C \text{ intra grupos : } \frac{16.36}{20} = 0.818$$

Paso 8. Se realizan tres pruebas F; las de las dos variables independientes y la de la interacción.

La ecuación de la razón F para la primera variable independiente es:

$$F = \frac{\bar{X}C \text{ de la primera V.I.}}{\bar{X}C \text{ intra grupos}}$$

Sustitución:

$$F = \frac{20.16}{0.818} = 24.64$$

Para la segunda variable independiente la ecuación es:

$$F = \frac{\bar{X}C \text{ de la segunda V.I.}}{\bar{X}C \text{ intra grupos}}$$

Sustitución:

$$F = \frac{1.50}{0.818} = 1.83$$

Y para la interacción la ecuación es:

$$F = \frac{\bar{X}C \text{ de la interacción}}{\bar{X}C \text{ intra grupos}}$$

$$F = \frac{5.98}{0.818} = 7.31$$

Paso 9. Se resumen en una tabla los valores encontrados. Desde luego es más conveniente ir llenando esta tabla conforme se van hallando los correspondientes valores, pero aquí por razones explicativas se presenta al final:

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	$\bar{X}C$	F
Entre grupos	27.64	3		
Entre métodos de enseñanza.	20.16	1	20.16	24.64
Entre uso de textos	1.50	1	1.50	1.83
Interacción entre las dos variables independientes	5.98	1	5.98	7.31
Intragrupos	16.36	20	0.818	

Paso 10. Se emiten las conclusiones comparando las razones F obtenidas con su valor correspondiente en la tabla de F.

En la parte superior de ella se lee "grados de libertad asociados con el numerador" que corresponden a los grados de libertad entre

los grupos y en el lado izquierdo se encuentra la columna de "grados de libertad asociados con el denominador" que corresponde a los grados de libertad -- dentro (intra) de los grupos.

La forma de utilizarla es encontrando el punto de intersección entre los  $g_l$  entre y los  $g_l$  intra; y el valor F que se encuentre debe ser igual o menor que el que haya resultado del experimento.

La primera F obtenida: 24.64 tiene 1  $g_l$  para el numerador y 20  $g_l$  para el denominador; al buscar en la tabla a un nivel de significancia de 0.05 - la intersección de ambos valores (1 y 20) encontramos un número: 4.35.

Como  $24.64 > 4.35$ , entonces la primera hipótesis alterna sale airosa de la refutación.

La segunda F obtenida:  $1.83 < 4.35$ , por lo que no se rechaza la segunda hipótesis nula.

La tercera F obtenida:  $7.31 > 4.35$ , entonces la tercera hipótesis alterna sale airosa de la refutación.

En conclusión esto quiere decir que el método de enseñanza activa sí produce un aprendizaje significativamente diferente; más éste no puede lograrse con el uso de textos auxiliares, ya sean tradicionales o programados.

Sin embargo, sí existe una interacción entre las dos variables independientes, ya que de algún modo, ambas al aplicarse en forma combinada, provocan un incremento en el aprendizaje.

Este efecto no debe ser mal interpretado, ya que aunque la segunda variable independiente no produce cambios significativos, al aplicarse simultáneamente con la primera variable independiente, ocasiona una influencia notable en el aprendizaje.

En los capítulos anteriores se ha planteado en forma general en qué consiste la investigación experimental: sus características relevantes, los modelos y diseños experimentales en los que se basa para hacer sus estudios y las pruebas de significancia estadística que más comúnmente utiliza; por lo que ahora ya se tienen los elementos necesarios -- para determinar las ventajas y desventajas que le son inherentes y por lo tanto definir la necesidad e importancia de este tipo de investigación en la educación.

Las ventajas que representa utilizar la investigación experimental son (1):

1. Se tiene un control estricto de la situación -- experimental y de las posibles variables experimentales (tanto independientes como extrañas) que en un momento dado pueden afectar la variable dependiente.
2. Cuando se manejan varias variables independientes, éstas pueden manipularse en forma conjunta o bien por separado.

(1) FRED N. KERLINGER, Enfoque conceptual de..., 113 y 114.

3. Las situaciones experimentales son manipulables y flexibles, por lo que si el experimentador lo desea se pueden poner a prueba muchos y variados aspectos de una teoría.

4. Los experimentos tienen la posibilidad de ser repetidos cuantas veces se desee, ventaja de la que carece la investigación no experimental.

Esto quiere decir que como el mismo experimento puede ser realizado en varias ocasiones, las conclusiones que se obtienen adquieren mayor fuerza y validez.

Por otra parte, las desventajas que representa utilizar la investigación experimental son (1):

1. Las variables independientes que se manejan en los experimentos, no tienen la misma fuerza en relación a los efectos que pueden causar cuando actúan en situaciones reales. Esto quiere decir que la situación experimental delimita el poder de acción que las mismas variables pueden tener en una situación natural.

(1) Ibíd., 282.

2. Dado que los experimentos son la réplica artificial de una realidad, no se puede tener la seguridad de obtener los mismos resultados en una situación natural; solamente se probabilizan las relaciones descubiertas al trasladarlas a la realidad.
3. Los experimentos tienen una estricta y por lo tanto alta validez interna, pero una débil validez externa. Hay por lo tanto dificultad para generalizar sin problema los resultados hallados. Por ello, los experimentos no fácilmente proporcionan respuestas definitivas, sino aproximaciones a ellas.
4. La investigación experimental puede arribar a graves errores en manos de experimentadores poco hábiles e inexpertos; por lo que se requieren investigadores eficientemente formados en este campo, lo que es muy difícil de satisfacer (1).
5. La investigación experimental sólo trata con variables que son manipulables, no así con aquellas que por su naturaleza carecen de la posibilidad de ser manejadas, por ejemplo: inteligencia, sexo, clase social, valores morales, etc.

(1) F.J. MC GUIGAN, o.c., 79

Para ilustrar la forma en como actúan concretamente estas ventajas y desventajas, pongamos dos ejemplos.

Supongamos que nos interesa investigar el problema de la deserción escolar. A través del método experimental no podríamos indagarlo, ya que la deserción escolar es una variable que definitivamente no es manipulable. Por otra parte, este problema es de una extensión considerable ya que se ha presentado en casi todos los niveles de escolaridad: educación básica, media, media superior y superior; entonces, ¿para qué nos serviría realizar un estudio en donde tuviéramos pocas posibilidades de generalización?. Aquí se comprueba que la experimentación sólo es aplicable a ciertos problemas.

Ahora supongamos que nos interesa indagar la eficiencia de un determinado método de enseñanza, como por ejemplo hacer que dentro del aula los alumnos trabajen por equipos en la solución de problemas.

El método de enseñanza es una variable manipulable (el profesor forma equipos y da indicaciones acerca de la forma de trabajo) y se puede implementar la investigación con un diseño experimental que tenga posibilidades de control y que además pueda ser repetido.

Aunque con un experimento la situación artificial debilitaría en cierto modo los efectos del método de enseñanza y por lo tanto disminuiría las posibilidades de generalización; se encontraría una respuesta si no definitiva sí aproximada a lo cierto, que además podría someterse a prueba repitiendo el experimento y aplicando los resultados a la situación natural correspondiente.

Esto es importante ya que de ningún modo debe pensarse, recordémoslo, que los resultados experimentales demuestran las hipótesis, tan solo las exponen a refutación, las "ponen a prueba" pero no las "prueban".

Por otra parte, comúnmente se piensa que la ciencia moderna y en particular la experimentación, sobre todo en el terreno de la educación, está en franca oposición al saber tradicional acumulado a través de muchos años de experiencia en la práctica pedagógica. Esto es un equívoco ya que la ciencia basándose precisamente en los fenómenos observados en las situaciones cotidianas, ha elaborado sus hipótesis, teorías y principios; de tal modo que la experimentación intenta validarlos, es decir, que trata de comprobar lo expuesto por el saber tradicional, pero de ninguna forma se opone a él (1).

(1) DONALD CAMPBELL Y JULIAN STANLEY, o.c., 72 y 73

Una actitud positiva hacia la experimentación es evaluar objetivamente y en forma realista las ventajas y desventajas de la misma, y admitir que aún siendo de probada eficacia su utilidad real es limitada, evitando por lo tanto colocarla como la panacea, es decir, como el único tipo de investigación capaz de llegar a las causas de los problemas pedagógicos.

Por lo anterior se puede concluir que además de la experimentación, los otros tipos de investigación (histórica, descriptiva, ex post facto) son también muy necesarios.

Refiriéndose a la investigación experimental y no experimental, Kerlinger argumenta que ninguna de ellas debe acaparar el monopolio del valor o del prestigio, ya que -- "no existe nada inherentemente meritorio en realizar cualquiera de los dos tipos de investigación como tales" (1).

Un manejo adecuado de la investigación educativa en general, consistiría en verificar las hipótesis (cuando así lo permitan las condiciones) tanto por medios experimentales como no experimentales.

En el caso contrario se podrían realizar experimentos en las ocasiones en que las variables tratadas fueran

(1) FRED N. KERLINGER, Enfoque conceptual de..., 116.

manipulables, y los estudios no experimentales cuando no hubiera posibilidades de manejo de variables (1).

De tal modo que el uso racional de ambos tipos de investigación, permitiría un mayor desarrollo y avance de la investigación educativa en general.

Sin embargo, hasta aquí se ha analizado a la investigación experimental presentando sus ventajas y desventajas en lo que se refiere a las cuestiones de tipo metodológico, pero es importante tratar un aspecto que se ha prestado a numerosas discusiones por su carácter controvertido y es el siguiente:

#### El problema ético en la investigación experimental.

Como se ha señalado, la experimentación requiere necesariamente de la manipulación de variables y del control de la situación de investigación. Esto implica que en cierta forma se hace un manejo de los sujetos que participan en el experimento, además de que generalmente para proteger la validez externa e interna, se les ocultan los fines de la investigación o incluso el hecho de que están participando en un estudio experimental.

(1) FRED N. KERLINGER, Investigación del..., 244 y 245

De hecho, la necesidad de hacer experimentos en el campo de las ciencias sociales y del comportamiento, es la dificultad de poder estudiar la cambiante y compleja conducta humana. No existen dos personas iguales y ni siquiera una misma persona es por completo consistente siempre (1); por tal motivo se hace necesario aplicar un método riguroso de investigación, como lo es la experimentación, para aproximarse lo más posible a las causas e interrelaciones que determinan la conducta humana tanto en su aspecto colectivo como individual.

Sin embargo, a causa de cierto rigorismo científico la experimentación ha caído en situaciones que han sido duramente criticadas, ya que...

"...en interés de la investigación, los sujetos en cualquier momento reciben choques eléctricos o se hallan sometidos a presión de amenazas, ansiedad, hambre y sed, se les estimula a la ira, se les priva del estímulo sensorial, se les suministran datos falsos acerca de los resultados de las pruebas, se les interrumpen sus tareas, se les somete a escuchar sonidos nocivos, se les pide que apliquen choques a otras personas, se les aplican drogas y hormonas, se les notifican síntomas falsos y se les somete al impacto de diversas clases de publicidad..." (2).

En otros casos la investigación experimental allana la intimidad de los sujetos, como lo hace notar John

(1) JOHN BEST, o.c., 23.

(2) ROBERT PLUTCHIK, o.c., 280.

Best: "La invasión experimental de lo privado puede suponer el uso de observadores ocultos, cámaras, micrófonos o buscar información íntima acerca de un sujeto o su familia" (1).

Estos hechos han traído como consecuencia que exista cierta resistencia hacia la experimentación como un medio apropiado de investigación, y a plantearse el problema como una difícil situación en la que hay que definir hasta qué punto y en qué condiciones y necesidades es justificable manipular a la persona humana.

Sobre este tópico se podrían escribir numerosas páginas, sin embargo es claro que cualquier estudio que contribuya al desarrollo de la ciencia y por lo tanto al bienestar social, está justificado, siempre y cuando no implique consecuencias peligrosas para los sujetos.

Si bien es cierto que algunos experimentos, sobre todo en el campo de la publicidad, han abusado de la integridad y dignidad de las personas que se prestan a la investigación (lo cual está totalmente injustificado porque lo que se persigue es incrementar las ventas de determinados productos), esto no debe constituirse en un obstáculo para impulsar a la experimentación en el terreno educativo.

(1) JOHN BEST, o.c., 128

Las variables que son manipulables en el campo pedagógico son de tipo activo y se refieren generalmente a métodos, técnicas y recursos para llevar a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje. La mayoría de los experimentos educativos que se realizan, manipulan este tipo de variables que de ningún modo son peligrosas para los participantes.

En lo más "grave" que cae la experimentación pedagógica, es ocultar a los sujetos el hecho de que participan en un experimento. Pero este ocultamiento puede quedar justificado porque lo que se persigue en última instancia, es descubrir nuevas formas para optimizar la tarea educativa dentro de las aulas, meta que a la larga redundará en beneficio del educando.

Por lo anterior, se deduce que a pesar de que la experimentación presenta cierta problemática en cuanto a algunos aspectos de tipo metodológico y ético, debe aplicarse mayormente a aquella clase de problemas a los que pueda proporcionar solución.

Además, haciendo una reflexión final, es necesario destacar que la educación es una instancia muy delicada ya que trata directamente con la formación de los seres humanos, lo que resulta muy comprometedor para el pedagogo.

Por tal razón, se requiere que éste último tenga bases científicas para desarrollar su importante tarea y una de ellas es el acervo de conocimientos que le pueden proporcionar los resultados acumulados por la experimentación.

En suma, sin dejar de considerar el problema ético, es necesario e importante aplicar la investigación experimental a la educación ya que puede proporcionar los elementos para solucionar ciertos problemas pedagógicos, optimizar la tarea educativa y contribuir al desarrollo de la Pedagogía como disciplina científica.

## CONCLUSIONES

Las conclusiones obtenidas al finalizar la realización de este trabajo son las siguientes:

- Un incremento auténtico de la investigación científica en el terreno de la Pedagogía, es una de las alternativas más eficaces para avanzar con consistencia en la solución de la problemática educativa.

- En cuanto a la investigación experimental, ésta debe aplicarse al terreno educativo ya que:

+ Es posible hacerlo pues muchos de los problemas pedagógicos presentan variables activas -las cuales son manipulables- y que pueden ser estudiadas por métodos experimentales.

+ Además cuando se trata de estas variables, por las posibilidades de control que ofrece este tipo de investigación, se tiene mayor probabilidad de llegar a las causas de los fenómenos que la que presenta la investigación no experimental.

.V.

- + Es un medio adecuado para probar nuevos métodos y técnicas de enseñanza; así -- como recursos didácticos.
  
- + Pueden someterse a prueba las diversas - teorías aplicables al hecho educativo: - Conductismo, Gestaltismo, Psicoanálisis, etc.
  
- + Brinda la posibilidad (en los casos en - que las variables así lo permitan) de - verificar los resultados de estudios no experi- mentales.
  
- + La validez tanto interna como externa - de los experimentos garantiza una mayor exactitud y veracidad, ya que si el investiga- dor conoce de antemano en donde se pueden dar las probables fallas, tendrá buenas posibilida- des de arribar a conclusiones menos erróneas.
  
- + La diversidad de los diseños experimen- tales, tanto los que implican el manejo de una sola variable independiente como los -- que implican la manipulación de varias varia- bles, permite investigar un gran número de pro-

.VI.

blemas.

+ Los procedimientos estadísticos de que se sirve la investigación experimental, le permiten evaluar sus resultados objetivamente, y ello proporciona una mayor certeza científica a los mismos.

+ La investigación experimental aplicada a la educación no presenta problemas en el aspecto ético, ya que los estudios que se hacen implican variables que en ninguna forma dañan a los participantes.

- A pesar de sus limitaciones, tanto de tipo metodológico como ético, la experimentación debe utilizarse pues sus aportaciones son una guía sistemática y confiable para resolver ciertos problemas pedagógicos de tipo práctico.

- Efectuar investigación experimental exige mucho conocimiento de tipo metodológico y una posición personal por parte del investigador en el aspecto ético; hecho que todo pedagogo que se dedique a ella debe considerar.

.VII.

- Dada la situación de la investigación educativa en nuestro país, se destaca la necesidad -- de comenzar a impulsar a la investigación experimental; incrementando por un lado instituciones que se dediquen a ella y formando en el nivel de la educación superior, más y mejores investigadores en esa área.

- Por último y considerando lo mencionado anteriormente, los descubrimientos de la investigación experimental aumentan las probabilidades de lograr el desarrollo de la Pedagogía como disciplina científica, lo que en última instancia, contribuye - al mejoramiento de la educación en general.

## GLOSARIO ESTADISTICO

- $\Sigma$  Sumatoria, es decir, la suma de todos los valores dados.
- $N$  Número total de sujetos participantes en un experimento.
- $n$  Número de sujetos de una sola muestra o grupo.
- $\Sigma C$  Suma de cuadrados de una serie de puntuaciones.
- $X$  Calificación o puntaje obtenido por los sujetos participantes en un experimento.
- $\bar{X}$  Media o promedio de una serie de puntuaciones.
- $\bar{X}C$  Media cuadrática, es decir, el promedio de una suma de cuadrados dada.
- $D$  Diferencia de los puntajes obtenidos por los sujetos de los grupos control y experimental en un diseño de grupos apareados.

## BIBLIOGRAFIA

- ARDILA, RUBEN. Psicología del aprendizaje; 10 ed. México, --  
Siglo XXI, 1976. 236 p. (Psicología y etiología, s/n).
- ARY, DONALD et al. Introduction to research in education; 2 ed.  
New York, Holt, Rinehart and Winston, 1979. 359 p.
- BENAVIDES, LUIS et al. "Investigación educativa". En CEMPAE.  
Tema, México, CEMPAE, n.4, 1978: 9-24
- BEST, JOHN W. Cómo investigar en educación; tr. Gonzalo Gon-  
zalvo Mainar; 3 ed. Madrid, Morata, 1978. 494 p. -  
(Pedagogía, s/n).
- BLALOCK, HUBERT M. Introducción a la investigación social; --  
tr. Leandro Wolspon; Buenos Aires, Amorrortu, 1978. --  
135 p.
- BUNGE, MARIO. La ciencia, su método y su filosofía; Buenos --  
Aires, Siglo XX, 1976. 110 p.
- BUNGE, MARIO. La investigación científica. Su estrategia y su  
filosofía; tr. Manuel Sacristán; 4 ed. Barcelona, Ariel,  
1975. 934 p. (Convivium, 8).

CAMPBELL, DONALD T. Y JULIAN STANLEY. Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social; tr. Mauricio Kitaigorodski; Buenos Aires, Amorrortu, 1970. 158 p.

CASTRO, LUIS. Diseño experimental sin estadística; México, Trillas, 1978. 242 p.

CENTENO AVILA, JAVIER. Metodología y técnicas en el proceso de la investigación; México, Contraste, 1980. 138 p.

DUVERGER, MAURICE. Métodos de las ciencias sociales; tr. Alfonso Sureda; Barcelona, Ariel, 1980. 593 p. (Biblioteca de Ciencia Política).

FESTINGER, LEON Y DANIEL KATZ. Los métodos de investigación en ciencias sociales; tr. Eduardo Mansullo; 3 ed. Buenos Aires, Paidós, 1979. 590 p.

GARRET, HENRY E. Las grandes realizaciones en la psicología experimental; México, Fondo de Cultura Económica, 1975. 443 p. (Biblioteca de Psicología y Psicoanálisis, s/n.).

GUERRERO SALINAS, MARIA ELSA. Semejanzas y diferencias entre los estudios comparativos de la investigación descriptiva y los estudios ex post facto de la investigación causal; Tesina Lic. en Pedagogía; UNAM, Cd. Netzahualcóyotl, Edo. de México, Escuela Nacional de Estudios Profesionales Aragón, 1981. 79 p.

GOODE, WILLIAM J. Y PAUL K. HATT. Métodos de investigación social; tr. Ramón Palazón; México, Trillas, 1980. 469 p.

HAYMAN, JOHN L. Investigación y educación; tr. Eduardo J. Prieto; 2 ed. Buenos Aires, Paidós, 1974. 194 p. (Biblioteca del educador contemporáneo, Serie Menor, 105).

HOLGUIN QUINONES, FERNANDO. Estadística descriptiva aplicada a las ciencias sociales; México, UNAM, 1979. 473 p. (F.C.P.S. Serie Estudios, 13).

KERLINGER, FRED N. Enfoque conceptual de la investigación del comportamiento; tr. Lucy Ridly; México, Interamericana, 1981. 335 p.

KERLINGER, FRED N. Investigación del comportamiento. Técnicas y metodología; tr. Vicente Agur Armer; México, Interamericana, 1975. 525 p.

- LEVIN, JACK. Fundamentos de estadística en la investigación social; tr. Vivian del Valle; 2 ed. México, Harla, 1979. 299 p.
- MC GUIGAN, F.J. Psicología experimental. Enfoque metodológico; tr. Ana María Fabre; 2 ed. México, Trillas, 1977. 460 p. (Biblioteca Técnica de Psicología, s/n).
- MEDEL BELLO, JOSE O. "La investigación educativa". Apuntes de un curso de investigación educativa; México, Cópia fotostática, s/f. 21 p.
- MURRAY R., SPIEGEL. Teoría y problemas de estadística; tr. José Luis Gómez y Alberto Lozada; México, Mc Graw Hill, 1977. 357 p. (Serie de compendios Schaum, s/n).
- NASSIF, RICARDO. Pedagogía general; Buenos Aires, Kapelusz, 1980. 305 p. (Biblioteca de Cultura Pedagógica, s/n).
- PARDINAS, FELIPE. Metodología y técnicas de investigación en Ciencias Sociales. Introducción elemental; 17 ed. México, Siglo XXI, 1977. 188 p. (Sociología y Política).
- PNIIE - CONACYT. Plan maestro de investigación educativa 1982-1984; México, CONACYT, 1981. 121 p.

.XIII.

- PLUTCHIK, ROBERT. Fundamentos de investigación experimental; tr. Graciela Rodríguez y Rodrigo Naranjo Vallejo; 2 ed. México, Harla, 1976. 296 p.
- RIVERA MARQUEZ, MELESIO. La comprobación científica; México, Trillas, 1980. 85 p. (Serie temas básicos).
- RODRIGUES, AROLDO. Investigación experimental en psicología y educación; tr. Agustín Contin. México, Trillas, 1977. 211 p.
- SIEGEL, SIDNEY. Estadística no paramétrica. Aplicada a las Ciencias de la Conducta; tr. Javier Aguilar Villalobos; México, Trillas, 1979. 346 p. (Biblioteca Técnica de Psicología, s/n).
- SMITH, MILTON. Estadística simplificada para psicólogos y educadores; tr. Guillermo Anguiano e Ignacio Campos. -- México, El Manuel Moderno, 1975. 240 p.
- TECLA JIMENEZ, ALFREDO Y ALBERTO GARZA RAMOS. Teoría, métodos y técnicas en investigación social; México, Taller Abierto, 1980. 161 p.
- URIBE VILLEGAS, OSCAR. Los elementos de la estadística social; México, UNAM, 1971. 364 p.

VAN DALEN, DEOBOLD B. Y WILLIAM J. MEYER. Manual de técnica - de investigación educacional; tr. Oscar Muslera; --- Buenos Aires, Paidós, 1971. 542 p. (Biblioteca del educador contemporáneo, Serie Mayor, 13).