

1 ejemplar
16



Universidad Nacional Autónoma de México

**Facultad de Filosofía y Letras
Colegio de Pedagogía**

**"LOS DISEÑOS CUASIEXPERIMENTALES EN LA
INVESTIGACION EDUCATIVA"**

TRABAJO

Que presenta:

JOSE ONESIMO MEDEL BELLO

Para obtener el título de:

LICENCIADO EN PEDAGOGIA



**FACULTAD DE FILOSOFIA
Y LETRAS
COLEGIO DE PEDAGOGIA
COORDINACION**

Cd. Universitaria, D. F., 1979

19223



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.

Quisiera agradecer a las siguientes per-
sonas, que de una u otra forma me han -
ayudado y apoyado en la realización de
este trabajo:

Mtra. Libertad Menéndez de Moreno.

Mtra. Ofelia Escudero C.

Mtra. Marina Fanjul Peña.

Mtra. María Elena Talavera y Ramírez.

Lic. María Eugenia González.

Lic. Andrefna Terrés.

Lic. Jacqueline Pardo.

Lic. Lourdes León.

Srita. María Hano Roa.

A mis amigos.

Con todo cariño para mis padres:

Manuel Medel Bello y Carmen B. de Medel.

Como un pequeño reconocimiento a todos
sus esfuerzos.

A mis hermanos:

Erma, Carmen, Queta,

Manuel y Jesús.

A mis sobrinos

y cuñados.

A la Mtra. Patricia Ducoing,
por su guía y apoyo en la -
elaboración de este trabajo.

Al Dr. Francisco Diez de Pinos S.
por el apoyo desinteresado que me
ha brindado durante todo este -
tiempo.

INDICE GENERAL.

| | Pag. |
|---|------|
| INTRODUCCION..... | 1. |
| 1.- LA EXPERIMENTACION EN EDUCACION..... | 3. |
| 1.1.- <u>La investigación educativa</u> | 3. |
| 1.2.- <u>La experimentación</u> | 4. |
| 1.3.- <u>Los diseños de investigación experimental</u> | 9. |
| 2.- VALIDEZ DE LOS DISEÑOS DE INVESTIGACION..... | 11. |
| 2.1.- <u>Validez interna</u> | 11. |
| 2.2.- <u>Validez externa</u> | 13. |
| 3.- DISEÑOS CUASIEXPERIMENTALES. ALGUNOS EJEMPLOS..... | 16. |
| 3.1.- <u>Diseño de series cronológicas</u> | 17. |
| 3.2.- <u>Diseño de series cronológicas múltiples</u> | 18. |
| 3.3.- <u>Diseño de grupo de control no equivalente</u> | 20. |
| 3.4.- <u>Diseños de muestra separada pretest-postest</u> | 21. |
| 3.5.- <u>Diseño de muestra separada pretest-postest con un grupo de control</u> | 26. |
| 4.- ANALISIS ESTADISTICO DE LOS DISEÑOS CUASIEXPERIMENTALES..... | 29. |
| 4.1.- <u>Fundamentos estadísticos para la selección de pruebas de - significación</u> | 29. |

| | Pag. |
|--|---------|
| 4.2.- <u>Estadísticos no paramétricos</u> | 38. |
| 4.2.1.- Prueba de la probabilidad exacta de Fisher..... | 38. |
| 4.2.2.- Prueba de Moses de relaciones extremas..... | 42. |
| 4.2.3.- Análisis de varianza de una clasificación por rangos de Kruskal-Wallis..... | 45. |
| 4.3.- <u>Estadísticos paramétricos</u> | 53. |
| 4.3.1.- t de Student y prueba A..... | 53. |
| 4.3.2.- Rango de Duncan..... | 64. |
| CONCLUSIONES..... | 86. |
| BIBLIOGRAFIA..... | 88. |
| ANEXOS..... | 90. |
| 1..... | 90. |
| 2..... | 92. |
| 3..... | 94. |
| 4..... | 96. |
| 5..... | 98. |
| 6..... | 100. |
| 7..... | 102. |
| 8..... | 104. |

INTRODUCCION.

Este trabajo surge de la necesidad de establecer el papel que juegan los diseños cuasiexperimentales en la investigación educativa, ya que no han sido estudiados con profundidad y considero que son útiles para la explicación de algunos problemas que, en educación, se puedan trabajar experimentalmente.

El objetivo que persigue el trabajo es dar un breve panorama de los diseños cuasiexperimentales y mostrar una posible aplicación en el campo de la investigación educativa.

El contenido general del trabajo a grosso modo parte del concepto de experimentación en educación, los diferentes tipos de diseños de investigación que existen, la identificación de los diseños cuasiexperimentales, la identificación de las variables extrañas que afectan su validez interna y los factores que afectan su validez externa. Se presentan cinco diseños diferentes y el análisis estadístico que puede utilizarse en cada uno de ellos, ya sea aplicando estadísticos paramétricos y no paramétricos.

Se plantean diferentes ejemplos de los diseños para evidenciar su uso en el campo educativo, los cuales bien podrían ser llevados a la práctica por el Centro de Servicios Educativos de la Facultad de Ingeniería, que es donde presto mis servicios, ya que algunos de ellos han surgido de la necesidad de probar en forma experimental los cursos de ayudas al aprendizaje que la Sección de Orientación -- Escolar imparte.

El trabajo que presento es breve y sólo a nivel explicativo, desarrollado dentro de la corriente positivista, por lo que puede ser cuestionable.

Debo señalar, por otro lado, la escasez de bibliografía que al respecto existe y, por tanto, la dificultad que supone el análisis de un tema como éste.

1. LA EXPERIMENTACION EN EDUCACION

1.1. La investigación educativa

La investigación puede definirse como el proceso formal que nos - lleva a la comprensión, predicción y control de los fenómenos de la naturaleza a través de la recopilación, sistematización, planeación, análisis e interpretación de la información (1), en otras palabras, a través de la implementación del método científico para la resolución de un problema determinado.

Ubicados en el terreno educativo:

"Entenderemos por investigación educativa, la búsqueda sistemática que proporciona respuesta lógica y consecuente a las cuestiones y problemas relacionados con - la transmisión del conocimiento y experiencia socialmente acumuladas para el desarrollo de la sociedad y - el perfeccionamiento intencional de las facultades físicas, sensitivas, intelectuales y morales del hombre ..." (2).

El objetivo de la investigación educativa es el descubrimiento de principios generales, leyes, teorías, etc. que nos lleven al conocimiento -- sistemático de los fenómenos educacionales.

Para lo cual la investigación utiliza las técnicas de observación, descripción y experimentación como un recurso para la obtención, registro y análisis de los fenómenos educativos. Hay que partir de que toda investigación es lógica y objetiva ya que "...utiliza un pensamiento claro y lógico, suprimiendo en su análisis el sentimiento y la emoción" (3), organizando los datos en términos cuantitativos, expresándolos, cuando sea posible, en medi--

(1) ROCIO QUEZADA. "La investigación educativa". En Deslinde, n.23,2.

(2) SUSANA HERNANDEZ. "Investigación en ciencias de la educación". En Deslinde, n.18,3.

(3) JOHN BEST, Como investigar en educación, 8.

das numéricas.

La veracidad de los datos estará considerada siempre y cuando pueda ser confirmada de acuerdo a los cánones del método científico. Entendemos por método científico la estructura sistematizada de procedimientos a seguir por los cuales se plantean los problemas científicos y se ponen a prueba las hipótesis científicas (1).

Las hipótesis se puede definir como un enunciado que se somete a contrastación, independientemente si éste se propone describir algún fenómeno concreto o expresar alguna ley en términos generales (2).

Al estar "...inventando hipótesis a título de intentos de respuesta a un problema de estudio y sometiendo luego éstas a contrastación empírica" (3), llegaremos al conocimiento científico del mundo en que vivimos.

1.2. La experimentación

En este subcapítulo lo primero que hay que definir es el término experimentación y, por consecuencia, qué es un experimento.

"La experimentación involucra la modificación deliberada de algunos factores, es decir, la sujeción del objeto de experimentación a estímulos controlados" (4).

El experimento es una parte de la investigación en la cual se manipulan ciertas variables -independientes- y se observan sus efectos sobre -

(1) MARIO BUNGE, La ciencia, su método y su filosofía, 50-51.

(2) CARL G. HEMPEL, Filosofía de la ciencia natural, 38.

(3) Ibidem, 36.

(4) MARIO BUNGE, o.c., 52.

otras -dependientes- (1) identificando así el problema para poder analizarlo lógicamente.

La importancia de la experimentación radica en que podemos verificar empíricamente la validez de las explicaciones referentes a las relaciones existentes en los fenómenos, en éste caso educativos.

Existen cuatro razones básicas por lo que se realizan los experimentos(2):

- 1a. Para determinar la relación que existe entre dos o más variables.
- 2a. Para ampliar el campo de la variable, o sea el avance en la exploración que va más allá de los límites ya conocidos.
- 3a. Para aumentar la confiabilidad de los hallazgos logrados al repetir los experimentos.
- 4a. Para someter a prueba una teoría.

En toda investigación experimental se requiere de la formulación de una hipótesis, la cual sugiere que una condición antecedente está relacionada con la aparición de otra condición, hecho o efecto, identificando así claramente nuestras variables.

(1) DONALD CAMPBELL., Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social, 9.

(2) ROBERT PLUTCHIK, Fundamentos de investigación experimental, 23-25.

Las variables en la experimentación pueden ser:

- Variables independientes. Es aquel rasgo o factor que el investigador manipula; a estas variables se les conoce con el nombre de acti
vas.
- Variables dependientes. Es aquel rasgo o factor en el que el inves-
tigador observa los efectos de la variable independiente, en otras
palabras, es la medida de respuesta al estímulo experimental.
- Variables extrañas. Son aquellas que en las situaciones experimen-
tales actúan paralelamente con la variable independiente, y si no
se controlan pueden afectar a la variable dependiente. El control
es la característica esencial que define a un experimento y lo dife-
rencia del método de observación sistemática; implica que el expe-
rimentador posea cierto poder sobre las condiciones de su experi-
mento; que es capaz de manipular las variables intervinientes en un
esfuerzo por llegar a una conclusión firme (1).

El control equivale a la regulación de las variables experimentales,
que pueden ser independientes o extrañas, conociendo cuándo y cómo variarlas.

El control se puede ejercer mediante tres formas diferentes según
Brown y Gheselli (2):

- 1a. Manipulación física, que implica someter a todos los sujetos a la
exposición de la variable independiente y controlar las variables
extrañas que puedan influir sobre la variable dependiente. Los me

(1) F.J. MCGUIGAN, Psicología experimental, 148.

(2) DEOBOLD B. VAN DALEN, Manual de técnica de la investigación educacional,
272 y 273.

dios de los que se vale el investigador pueden ser mecánicos, eléctricos, quirúrgicos y farmacológicos.

- 2a. Manipulación selectiva que se da cuando el investigador trata de mantener las condiciones constantes en los diferentes grupos, para lo cual se auxilia de la distribución de sujetos aleatoriamente, - para manipular satisfactoriamente las variables independientes y - controlar las variables extrañas, uniformando las condiciones para todos los grupos participantes en el experimento.

La distribución al azar debe realizarse en varios momentos; para - seleccionar a los sujetos, asignarlos a los diferentes grupos y tra-
tamientos experimentales, y en caso de que éstos sean administrados en diferentes momentos y con diferentes experimentadores, éstos de-
ben ser asignados aleatoriamente (1).

El control por medio del azar reduce la probabilidad de acción de la varianza en la variable dependiente debido a las variables extrañas, por lo que en caso de ignorarse la aleatorización, el diseño de investigación será débil y deficiente, ya que "la estructura total del razonamiento probabilista-estadístico, depende de la distribución al azar" (2).

- 3a. Manipulación estadística, que se utiliza cuando no se puede realizar otro tipo de manipulación para establecer el control de las - variables .

(1) FRED N. KERLINGER, Investigación del comportamiento, 336.

(2) Idem.

Las técnicas de control de las variables extrañas son:

- a) Eliminación de la situación experimental.
- b) Constancia en las condiciones durante el experimento.
- c) Balanceo o igualación de los diferentes grupos experimentales.
- d) Contrabalanceo distribuyendo los efectos de las variables extrañas para todas y cada una de las situaciones experimentales a que sean sometidos los sujetos.
- e) Selección al azar de los sujetos a los diferentes grupos experimentales, logrando una equivalencia de la influencia de las variables extrañas.

Es importante señalar que se requiere manipular la variable independiente para:

- Identificar sus factores determinantes con el fin de aislarlos y - que otro u otros factores no deseados interfieran e influyan sobre la variable dependiente.
- Modificar sus magnitudes, descubriendo los efectos que puedan causar, y
- Describir cuantitativamente el alcance de su manifestación.

1.3. Los diseños de investigación experimental

Cuando se presenta un fenómeno determinado y se desea averiguar - cuál o cuáles fueron sus causas, se requiere del planteo de un diseño de investigación experimental, el cual podríamos definir como un plan estructurado que nos sirve como estrategia con el fin de obtener respuestas a las -- preguntas de investigación y para controlar la varianza (1).

Los objetivos del diseño de investigación experimental son:

- Dar respuesta a las preguntas de investigación que son planteadas en la hipótesis.
- Controlar la varianza de las variables extrañas, maximizar la va-- rianza de las variables de la hipótesis de investigación -maximiza ción de varianza experimental- y minimizar el error a la varianza aleatoria, incluyendo los errores de medición.

Pero, ¿qué diseño experimental debemos utilizar en nuestra investi gación?

La naturaleza misma del problema a investigar determinará cuál es el diseño más apropiado y cómo se debe elaborar para satisfacer los requisi tos de la investigación. En la investigación experimental existen tres ti- pos de diseños que son usados para la investigación de la conducta humana,

(1) Ibídem, 312.

clasificables de acuerdo a su estructura, según Campbell y Stanley:

- Diseños preexperimentales, cuya deficiencia radica básicamente en las debilidades de su propia estructura, y el bajo control que ejercen sobre las variables extrañas.
- Diseños experimentales, son los más confiables y ejercen un riguroso control de las variables extrañas.
- Diseños cuasiexperimentales, que ejercen un control parcial de las variables extrañas.

Los diseños cuasiexperimentales se utilizan cuando no es posible aplicar un diseño que mediante las técnicas de azarificación permitan un control absoluto sobre el experimento.

"Si un investigador emplea un diseño parcialmente controlado, debe saber... con qué variables se relacionan las deficiencias de control y tener en cuenta la posibilidad de que sean estas variables y no la variable independiente, las que determinen los resultados del experimento. Cuanto menor sea la probabilidad de que tales variables interfieran, mayor será la validez del estudio" (1).

Ya para concluir coincido en que los diseños cuasiexperimentales han de utilizarse "...allí donde no haya otros mejores susceptibles de que se les aplique" (2).

(1) DEOBOLD B. VAN DALEN, o.c., 395.
 (2) DONALD T. CAMPBELL, o.c., 71.

2. VALIDEZ DE LOS DISEÑOS DE INVESTIGACION.

2.1. Validez interna

La validez interna de un diseño cuestiona si realmente la modificación sufrida por la variable dependiente fue provocada por la manipulación de la variable independiente y si su influencia fue realmente significativa, además de cerciorarse que las variables extrañas no afecten en el experimento.

Las variables extrañas que un diseño debe controlar para lograr una mayor validez interna son (1):

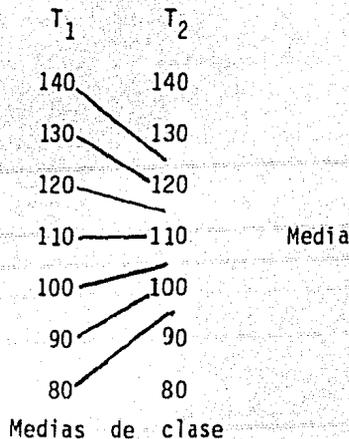
1. Historia; es una variable a controlar entre los diferentes momentos de medición que se requieran realizar, debido a que acontecimientos específicos pueden afectar la situación experimental y llegar a alterar los efectos de la variable independiente sobre la variable dependiente.
2. Maduración; se refiere a los cambios biológicos y/o psicológicos de los sujetos que operan como resultado del paso del tiempo y que pueden afectar la situación experimental, alterando por consecuencia, los resultados.

(1) Ibidem, 16 y 17.

3. Administración del pretest; es el influjo de la administración del pre test en los sujetos, ya que puede convertirse en una experiencia de -- aprendizaje, por lo que los sujetos modifican sus respuestas en el pos test, alterando así la medición.
4. Instrumentación; son los cambios que se producen en los instrumentos -- de medición, en los evaluadores, y observadores que pueden producir -- ciertas variaciones en las medidas obtenidas.
5. Regresión estadística; "pseudo cambios que ocurren cuando las personas o unidades de tratamiento han sido seleccionadas sobre la base de sus puntajes extremos" (1).

Esta regresión estadística se produce después del segundo test, donde las medidas que eran bajas en la primera medición se desplazan hacia -- la media de la población, en tanto que las medidas altas, también se -- desplazan disminuyendo hacia la media.

Ejemplo (2):



- (1) DONALD CAMPBELL. "Reforms as experiments". En American psychologist, 411.
 (2) DEOBOLD B. VAN DALEN, o.c., 304.

La regresión estadística de los puntajes hacia la media de la población puede confundirse con el efecto de la variable independiente, ésta regresión se produce a causa de las imperfecciones, debidas al azar, en los instrumentos de medición (1).

6. Sesgos resultantes en una selección, cuando los sujetos no son elegidos al azar a los diferentes grupos, ya sea control o experimental, la diferencia entre los participantes y sus antecedentes, que pueden ser previos a la administración de la variable independiente, afectan la medición en la variable dependiente.
7. Mortalidad experimental; se debe a la pérdida de sujetos en los diferentes grupos, por lo que los resultados del postest pueden ser afectados, ya que la media grupal puede aumentar o disminuir, según el tipo particular del sujeto que se retiró del experimento.
8. Interacción; entre la selección y la maduración, se debe a la interacción entre los antecedentes de los sujetos y su proceso madurativo que se pueda confundir con el efecto de la variable independiente.

2.2 Validez externa

La validez externa de un diseño significa la capacidad de representatividad o poder de generalización de los resultados del experimento a una población o situación determinada.

(1) Ibidem, 276.

La validez externa de un diseño intenta controlar los siguientes - factores (1):

1. Efectos de interacción de los sesgos de selección y la variable experimental; las características específicas de los sujetos seleccionados -error de selección- para participar en un experimento pueden tener efectos que repercuten en el poder de generalización de los - resultados.
2. Efectos reactivos o de interacción de pruebas; el efecto reactivo - es aquel que se presenta cuando el pretest influye positiva o negativamente en los sujetos, haciendo que los resultados obtenidos no sean representativos para el conjunto de población del cuál fue extraída la muestra, ya que el universo no estuvo expuesto a los efectos reactivos o interactivos del pretest.
3. Efectos reactivos de los dispositivos experimentales; la presencia del observador y el equipo experimental pueden causar que los alumnos tomen conciencia de la situación experimental y modifiquen su conducta ante ésta situación, efecto que no ocurre en condiciones normales, produciendo alteraciones que afectan el poder de generalización de los resultados obtenidos a la población.
4. Influencia de los tratamientos múltiples; cuando los sujetos son expuestos a diferentes tratamientos experimentales, suelen persistir

(1) DONALD CAMPBELL, Diseños..., 17 y 18.

tir los efectos previos, por lo que los resultados solo pueden ser generalizados para un universo que esté expuesto a esta serie consecutiva de variables independientes.

Para poder aumentar la validez externa de un experimento se requiere describir con anticipación la población con la cual serán aplicables los resultados, además de extraer la muestra aleatoriamente (1). En el siguiente capítulo se hará mención a los factores tanto de validez interna como externa, que no son controlados por los diseños cuasiexperimentales.

(1) DEOBOLD B. VAN DALEN, o.c., 277.

3. DISEÑOS CUASIEXPERIMENTALES. ALGUNOS EJEMPLOS.

En este capítulo se describirán varios diseños cuasiexperimentales - unigrupales, bigrupales y multigrupales - intentando relacionarlos con problemas educativos y que podrían realizarse en la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

Para representar gráficamente los diseños adoptaré varios símbolos, que a continuación definiré (1):

| <u>Símbolo</u> | <u>Significado</u> |
|----------------|---|
| X | Exposición del grupo a la variable independiente. |
| (X) | Presentación de X sin importancia |
| O | Proceso de observación o medición de la variable dependiente que -- puede ser pretest (si está ubicado a la izquierda de X) o posttest (si está ubicado a la derecha de X). |
| X, O | Expuestos en forma horizontal indican aplicación al mismo grupo. |
| X, O | Expuestos en forma vertical indican simultaneidad. |
| R | Asignación aleatoria de los sujetos a los diferentes grupos y/o - tratamientos. |
| ----- | Línea horizontal continua indica grupos de comparación no -- aleatorizados. |

(1) DONALD CAMPBELL, Diseños..., 18.

En la presentación de cada diseño sólo se analizarán las variables que afectan la validez interna y los factores de validez externa no controlados.

Al final del capítulo se presenta un cuadro general de las fuentes de invalidación de los diseños cuasiexperimentales tratados.

3.1. Diseño de series cronológicas

"El diseño de series cronológicas consiste, ... en un proceso periódico de medición sobre algún grupo o individuo y la introducción de una variación experimental en esa serie cronológica de mediciones, cuyos resultados se indican por medio de una discontinuidad en las mediciones registradas en la serie" (1).

Su representación gráfica es:

$$O_1 O_2 O_3 O_4 \quad X \quad O_5 O_6 O_7 O_8$$

En este diseño se corre el peligro de que acontecimientos históricos simultáneos provoquen el desplazamiento de los datos, ya que no puede controlar la variable historia, y de alteraciones en las mediciones si se presentan cambios en la calibración del instrumento, variable extraña: Instrumentación.

En cuanto a la validez externa, este diseño se presta para investigaciones en el campo de la educación, ya que el efecto experimental -- bien puede ser específico para poblaciones sujetas a reiteración de pruebas o registros, aunque no se puede controlar los efectos de interacción de los sesgos de selección y la variable experimental, debido a la no selección aleatoria de los sujetos al grupo (aunque se pueda elegir al azar el grupo), que además los sujetos puedan tomar conciencia de su situación

(1) Ibídem, 18.

experimental (efecto reactivo de los dispositivos experimentales) y que el efecto reactivo de los dispositivos experimentales impida extrapolar los resultados.

Este diseño, para poder ser interpretado como experimento se requiere que el investigador especifique con anterioridad el tipo de relación esperada entre la introducción de la variable independiente especificada y su manifestación de efecto (1).

Este diseño podría utilizarse para probar en la Facultad de Ingeniería una técnica de estudio específica, donde cada una de las mediciones anteriores a la aplicación de la variable independiente, que en este caso sería un curso donde se les proporcionara la técnica de estudio a los alumnos, sería exposiciones de los sujetos a un inventario de hábitos de estudio, al iniciarse el semestre, al finalizar, y al iniciarse y finalizar un segundo semestre, después de este, el grupo participaría en el curso de técnicas de estudio y al finalizar se aplicaría el mismo inventario, al inicio y término de un tercer y cuarto semestre.*

3.2. Diseño de series cronológicas múltiples

El estudio de series cronológicas múltiples es similar al diseño de series cronológicas, sólo que a este se le agrega un grupo control no equivalente pero se...

"... gana certidumbre de interpretación por las múltiples mediciones representadas, ya que en cierto sentido el efec-

(1) Ibídem, 83.

*

El ejemplo manejado como plan experimental se muestra en el Anexo 1.

3.3. Diseño de grupo de control no equivalente.

Este es uno de los diseños cuasiexperimentales más utilizados en la investigación educativa, ya que sólo requiere de dos grupos -experimental y control- a los cuales se les aplica un pretest y un posttest, pero que no tienen equivalencia aleatoria.

Los grupos pueden ser entidades formadas en forma natural -una clase, por ejemplo-, aunque la asignación de la variable independiente a uno o a otro grupo debe ser controlada por el investigador (1).

Su representación gráfica es:

$$\begin{array}{c} O_1 \quad X \quad O_3 \\ \hline O_2 \quad \quad O_4 \end{array}$$

La principal deficiencia de este diseño en cuanto a validez interna, es que si los grupos participantes son elegidos con base en puntajes extremos, puede presentarse la variable extraña de regresión estadística, aunque esto se puede controlar si se reclutan los grupos con base a su similitud.

Una variable extraña que no controla este diseño es la interacción entre la selección y la maduración de los sujetos, ya que los antecedentes de los sujetos y su proceso madurativo pueden alterar las mediciones de la variable independiente.

(1) DEOBOLD B. VAN DALEN, o.c., 301.

Este diseño tiene escasa validez externa, ya que el pretest puede influir en los sujetos y alterar la medición (interacción de la administración del test y la variable independiente) y, se pueden presentar efectos de interacción de los sesgos de selección y la variable experimental. Por otro lado se corre el peligro de que los sujetos tomen conciencia de la situación experimental.

Este diseño cuasiexperimental es de los más viables de llevarse a la práctica -conociendo sus deficiencias- para la investigación de problemas educativos, como por ejemplo, para probar un método de enseñanza -aprendizaje, donde el grupo control curse una asignatura, bajo el sistema tradicional y el grupo experimental curse la misma asignatura con otro método -proyectos, personalizado, etc-, o simplemente puede utilizarse para probar técnicas específicas de trabajo en clase.*

3.4. Diseños de muestra separada pretest-postest

El diseño de muestra separada puede adoptar cuatro modalidades, - las cuales denominaré A, B, C y D respectivamente.

Estos diseños son aplicables a grandes universos, que, aunque no se elija a la muestra en una forma aleatoria, sí se puede ejercer un control experimental sobre dos aspectos específicos, tales como: el momento de aplicación de la variable independiente y los destinatarios de las mediciones (1).

* Ver anexo 3.
(1) DONALD CAMPBELL, Diseños..., 103.

Cabe aclarar que las filas horizontales en cada representación, son subgrupos de equivalencia aleatoria.

El diseño A, se puede representar gráficamente de la siguiente forma:

$$R \quad O_1 \quad (X)$$

$$R \quad \quad \quad X \quad O_2$$

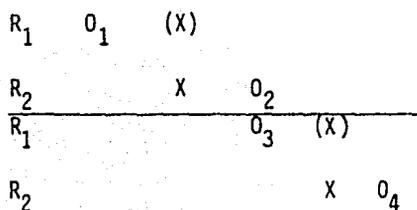
Este diseño es muy deficiente en cuanto a validez interna, ya que no puede controlar las variables historia, maduración, mortalidad experimental, la interacción entre la selección y la maduración y en algunos casos la instrumentación. Pero este diseño tiene la ventaja de tener un estricto control de su validez externa.

Este diseño puede ser aplicado a investigaciones educativas, por ejemplo, para probar una técnica de resolución de problemas matemáticos.

El diseño podría ser el siguiente: de los grupos de primer ingreso -donde una de las asignaturas que cursen sea matemáticas o algebra-, se elegiría un número determinado de sujetos en forma aleatoria y se integrarían dos subgrupos; al primero de ellos se les aplicaría un pretest y después se les daría una conferencia sobre la técnica de resolución de problemas matemáticos, al otro subgrupo, se le daría un curso, donde practicarán la técnica y después se les aplicaría un postest idéntico al pretest.⁴

* Ver anexo 4.

El diseño B se puede representar gráficamente así:



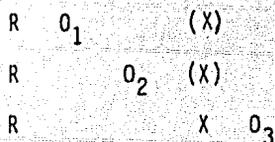
Este diseño es semejante al anterior, pero tiene la particularidad que el ciclo experimental se repite una ocasión más, con esto se logra controlar las variables extrañas de historia e interacción entre la selección y la maduración.

Pero el diseño sigue estando limitado en cuanto a la maduración, la mortalidad experimental y en algunos casos la instrumentación.

En cuanto a la validez externa, este diseño tiene un estricto control de los factores que la determinan.

Su aplicación en el campo de la investigación educativa sería el mismo ejemplo del diseño A, solo que se repetiría el ciclo experimental una vez más, después se tendrían que analizar las diferencias de los dos ciclos.*

El diseño C, se puede representar gráficamente de la siguiente manera:



* Ver anexo 5.

Este diseño es similar al A, solo que se le aumenta un subgrupo de la población, al cual se le aplica un pretest y tiempo después se le somete a los efectos de la variable experimental sin importancia.

Este diseño presenta varias deficiencias en cuanto a la validez interna, ya que no logra controlar la variable historia, además los efectos de la variable experimental se pueden contaminar debido al momento -- histórico que enmarque al experimento.

Otra variable extraña que no controla este diseño es la mortalidad experimental, en los casos en que exista un lapso de tiempo lo suficientemente amplio entre el momento de selección y la aplicación de mediciones, ya que puede ser difícil localizar a los sujetos, produciendo así la diferencia de población en los diversos subgrupos.

También hay que considerar el hecho de que en los evaluadores se produzcan cambios con el transcurso del tiempo y que su influencia -variable extraña, instrumentación- pueda alterar los resultados.

Este diseño puede ser utilizado para poner a prueba un curso de observación sistemática; donde al primer subgrupo de la muestra se le aplique un pretest y tiempo después se le proporcione una plática acerca del tema, al segundo subgrupo se le aplica también el pretest -después de que fue sometido el primer subgrupo- y se le da la plática en forma simultánea. Al tercer subgrupo se le da un curso práctico de observación sistemática -paralelo a las pláticas- y tiempo después se les somete al posttest que debe ser idéntico al pretest.*

* Ver anexo 6

El diseño D se puede representar gráficamente de la siguiente manera:

| | | | |
|---|-------|---|-------|
| R | O_1 | X | O_2 |
| R | | X | O_3 |

Este diseño presenta varias deficiencias en cuanto a su validez interna, ya que no logra controlar la historia y la maduración de los sujetos, lo que puede afectar las mediciones del postest, aunque la diferencia que exista entre $O_1 - O_2$ puede confirmar la comparación $O_1 - O_3$ y probablemente $O_2 - O_3$ (1).

También al igual que todos los diseños de muestra separada pre-test-postest tiene una cierta debilidad en cuanto a la variable extraña de instrumentación. La otra variable extraña que no controla este diseño es la interacción entre selección y maduración, que también puede ser la que altere las mediciones O_2 y O_3 .

Este diseño puede ser aplicado con bastante éxito en la investigación pedagógica.

Tomando como base el ejemplo del diseño C, aquí al primer subgrupo le sería aplicado un pretest, después los dos subgrupos serían sometidos al curso de observación, al finalizarlo se les aplicaría el postest.*

(1) Ibídem, 106.

* Ver anexo 7.

3.5. Diseño de muestra separada pretest-postest con un grupo de control

Este diseño de muestras separadas pretest-postest con un grupo de control se puede representar gráficamente de la siguiente forma:

| | | | |
|---|-------|-------|-------|
| R | O_1 | (X) | |
| R | | X | O_3 |
| | | | |
| R | O_2 | | |
| R | | | O_4 |

Este diseño es similar al de muestra separada pretest-postest -- marcado con la letra A, solo que se le aumenta un grupo de control no aleatorio.

Este diseño cuasiexperimental logra controlar casi todas las variables extrañas de validez interna que pueden alterar los efectos de la variable independiente en la variable dependiente. La única fuente de invalidación que tiene es la de interacción de selección y maduración de los sujetos, ya que alguna tendencia propia del grupo experimental puede ser interpretada como el efecto de la variable independiente (1).

Este diseño podría ser aplicado para probar una técnica de lectura de estudio donde dos grupos seleccionados (A y B) funcionen el primero como experimental y el segundo como control. De cada grupo se formarían dos subgrupos al azar -1 y 2 experimentales, 3 y 4 de control- quedando de la siguiente forma:

(1) Ibíd., 107.

| | | | | |
|-------|---|-------|-----|-------|
| A | 1 | O_1 | (X) | |
| | 2 | | X | O_3 |
| <hr/> | | | | |
| B | 3 | O_2 | | |
| | 4 | | | O_4 |

A los subgrupos 1 y 3 se les aplicaría un pretest en forma simultánea, después al subgrupo 1 se le informaría como leer al estudiar, en tanto que al subgrupo 2 se le daría un curso práctico de lectura de estudio, posteriormente a los subgrupos 2 y 4 se les sometería a un postest.*

En síntesis, en este apartado he tratado de dar una visión de la posible aplicación de los diseños cuasiexperimentales en la investigación educativa. En el siguiente y último capítulo se hará mención del tratamiento estadístico de cada diseño.

* Ver anexo 8.

FUENTES DE INVALIDACION PARA LOS DISEÑOS CUASIEXPIMENTALES

TOMADO DE CAMPBELL Y STANLEY (1).

| DISEÑOS | VALIDEZ INTERNA | | | | | | | | VALIDEZ EXTERNA | | | |
|--|-----------------|------------|-------------------------|-----------------|-----------|-----------|------------|--------------------------------------|---|---------------------------------|------------------------|------------------------------|
| | HISTORIA | MADURACION | ADMINISTRACION DEL TEST | INSTRUMENTACION | REGRESION | SELECCION | MORTALIDAD | INTRACCION DE SELECCION Y MADURACION | INTERACCION DE LA ADMINISTRACION DEL TEST Y X | INTERACCION DE LA SELECCION Y X | DISPOSITIVOS REACTIVOS | INTERFERENCIA DE X MULTIPLES |
| DISEÑOS DE SERIES CRONOLOGICAS | - | + | + | ? | + | + | + | + | - | ? | ? | |
| DISEÑO DE SERIES CRONOLOGICAS MULTIPLES | + | + | + | + | + | + | + | + | - | ? | ? | |
| DISEÑO DE GRUPOS DE CONTROL NO EQUIVALENTE | + | + | + | + | ? | + | + | - | - | ? | ? | |
| DISEÑOS DE MUESTRA SEPARADA PRETEST - POSTEST: | | | | | | | | | | | | |
| DISEÑO A | - | - | + | ? | + | + | - | - | + | + | + | |
| DISEÑO B | + | - | + | ? | + | + | - | + | + | + | + | |
| DISEÑO C | - | + | + | ? | + | + | - | ? | + | + | + | |
| DISEÑO D | - | - | + | ? | + | + | + | - | + | + | + | |
| DISEÑO DE MUESTRA SEPARADA PRETEST - POSTEST CON UN GRUPO DE CONTROL | + | + | + | + | + | + | + | - | + | + | + | |

4. ANALISIS ESTADISTICO DE LOS DISEÑOS CUASIEXPERIMENTALES

4.1 Fundamentos estadísticos para la selección de pruebas de significación

En este capítulo lo primero que haré será definir qué es la estadística.

▪ Estadística es la teoría y el método de analizar datos cuantitativos obtenidos de muestras de observaciones para estudiar y comparar fuentes de variancia de fenómenos, ayudar a tomar decisiones sobre aceptar o rechazar relaciones hipotéticas entre los fenómenos, y ayudar a hacer inferencias fidedignas de observaciones empíricas"(1).

De su definición se desprende su papel fundamental que es comparar los resultados obtenidos en una investigación con los esperados al azar y su objetivo que es lograr obtener inferencias fidedignas sobre los resultados que arrojan las observaciones realizadas.

La importancia de la estadística reside en que constituye un instrumento de investigación que nos ayuda a validar nuestros experimentos e intentar generalizar nuestros resultados (2).

Al definir el concepto de estadística, se dijo que nos ayuda a -- realizar inferencias fidedignas, pero ¿qué son las inferencias?

La inferencia estadística es una generalización o una consecuencia que resulta del razonamiento de otras proposiciones y que se interesa en dos tipos de problemas: la estimación de los parámetros de la población y las pruebas de hipótesis (3), teniendo como objetivo el sacar con-

(1) FRED N. KERLINGER, o.c., 192.

(2) DEOBOLD B. VAN DALEN, o.c., 359.

(3) SIDNEY SIEGEL, Estadística no paramétrica, 19 y 20.

clusiones de un gran número de acontecimientos, fundándose en las observaciones realizadas a las muestras.

Las primeras técnicas de inferencia que aparecieron fueron las que hicieron un buen número de suposiciones acerca de la naturaleza de la población de la que se obtuvieron los puntajes. Como los valores de población son "parámetros", a estas técnicas estadísticas se les denomina pruebas paramétricas, pero también hay técnicas de inferencia que no hacen suposiciones severas acerca de los parámetros, son "distribuciones libres" que permiten sacar conclusiones a las que hay que hacer menos reservas, a estas técnicas se les conoce como pruebas de rango o de orden y son llamadas pruebas no paramétricas (1).

Hay que considerar que una prueba estadística es buena cuando la probabilidad de rechazar la hipótesis nula H_0 siendo verdadera es pequeña y la probabilidad de rechazar H_0 siendo falsa es grande.

La hipótesis nula - H_0 - afirma siempre que no existe diferencia significativa entre las mediciones de los diferentes grupos. La H_0 es siem

(1) SIDNEY SIEGEL, o.c., 21.

pre opuesta a la hipótesis central - H_1 - de nuestra investigación (1).

Al realizar un análisis estadístico podemos caer en alguno de estos dos tipos de errores (2):

- a) el error tipo I (α) es cuando se rechaza H_0 siendo verdadera, o
- b) el error tipo II (β) es cuando se acepta H_0 siendo falsa.

Antes de trabajar en una prueba estadística, se requiere marcar el nivel de significancia. Los niveles de significación más utilizados y aceptados en el campo educativo van de $p < 0.05$, a $p < 0.01$, los cuales corresponden a dos y tres desviaciones estandares con relación a la media de una distribución normal.

El nivel de significación se abrevia con la letra p , y significa la probabilidad de que un fenómeno ocurra al azar solo equis número de veces (5 para 0.05 y 1 para 0.01) en un total de 100 repeticiones del experimento.

Para no caer en ninguno de los errores hay que estar conciente de la potencia de la prueba estadística que hayamos elegido.

(1) F.J. McGUIGAN, o.c., 141.

(2) SIDNEY SIEGEL, o.c., 29

La potencia de una prueba aumenta en función del incremento del tamaño de la muestra y está relacionada con la naturaleza de la prueba. A la potencia de una prueba se le puede definir como la probabilidad de rechazar H_0 cuando es falsa, lo cual significa (1):

Potencia = 1- probabilidad del error tipo II

∴ Potencia = 1- β

Cuando se utiliza una prueba débil -no paramétrica- y queremos que sea tan poderosa como una prueba paramétrica tenemos que aumentar el tamaño de la muestra y este aumento se calcula mediante la siguiente fórmula (2):

Potencia eficiencia = (100) N_A/N_B por ciento, donde; N_A es el tamaño de la muestra en una prueba paramétrica y N_B es el tamaño de la muestra en una prueba no paramétrica equivalente.

Ejemplo:

Si para una prueba paramétrica solo requerimos como tamaño de muestra a 20 sujetos, para obtener la misma potencia con una prueba no paramétrica equivalente con un tamaño de muestra de 25 sujetos, la prueba no paramétrica tiene una potencia eficiencia de:

Potencia eficiencia = (100) N_A/N_B por ciento

Sustituyendo

Potencia eficiencia = 100 $20/25$ %

Potencia eficiencia = 80 %

(1) Idem.

(2) Ibidem, 41.

Esto significa que la prueba no paramétrica tiene una potencia eficiencia de 80% y que requerimos 10 sujetos de muestra por cada 8 sujetos de muestra en una prueba paramétrica.

Hay que recordar que siempre que los datos puedan ser analizados utilizando pruebas paramétricas, será el medio más poderoso de rechazar H_0 siendo falsa, pero lo importante es saber cuando se ha de utilizar un tipo u otro de prueba.

Existen varias razones para elegir la prueba adecuada (1):

Primera. Las observaciones deben de ser independientes entre sí, esta razón fundamenta todas las pruebas estadísticas, sean paramétricas o no.

Segunda. Las observaciones deben hacerse en poblaciones distribuidas normalmente. Las pruebas no paramétricas evitan esta suposición aumentando el tamaño de la muestra.

Tercera. Las poblaciones deben ser homogéneas y tener la misma varianza, la cual es la desviación cuadrática media. También este supuesto es evitado por las pruebas no paramétricas aumentando el tamaño de la muestra.

Cuarta. Las variables correspondientes deberán haberse medido en una escala de intervalo como mínimo, de manera que sea factible el usar operaciones aritméticas con los puntajes sin que éstos sufran alteraciones. Las pruebas no paramétricas requieren el uso de mediciones en escala nominal como mínimo.

(1) Ibidem, 31.

Pero ¿qué significa medición y escala?

"Puede definirse la medición como el acto por el cual se establece una relación de correspondencia entre un conjunto o serie de números y otro de personas u objetos, según ciertas normas establecidas. El conjunto o serie de números depende de la característica que se pretenda medir y del tipo de instrumento de medición empleados. La serie de objetos o individuos queda determinada para los propósitos de la medición"(1).

De acuerdo a esta definición las mediciones que se pueden realizar en la investigación educativa varían mucho en lo que respecta a precisión y exactitud, ya que muchas veces lo más que se puede hacer es ordenar o clasificar individuos.

Las mediciones pueden realizarse utilizando algún tipo de escala de medición.

Stevens definió cuatro clases de escalas de medición, las cuales son:

a) Escala nominal o de identificación: son clasificaciones simples donde lo que se hace es otorgarle un nombre a la categoría y se usa cuando se distribuye un conjunto de objetos entre dos o más categorías, según un criterio que no se basa en las diferencias cualitativas.

El proceso de medición consiste simplemente en la identificación de grupos que pertenecen a determinada categoría. Un ejemplo puede ser:

(1) RICHARD H. LINDEMAN, Tratado de medición educacional, 90 y 91.

Categoría A.- hombres

Categoría B.- mujeres

b) Escala ordinal o de clasificación: se emplea sobre la base de ciertas normas, asignando un conjunto de objetos a un conjunto de categorías ordenadas que se diferencian entre sí en forma cuantitativa. Las posiciones asignadas a los sujetos constituyen puntos o grados de la escala.

Su característica definitoria es lo que se denomina su propiedad transitiva:

Si A es mayor que B y B mayor que C, entonces A debe ser mayor - que C (1).

Este tipo de escala se utiliza cuando se puede expresar una característica en forma cuantitativa pero no es posible definir unidades -- de medición iguales para los diferentes puntos de la escala.

c) Escala de intervalos iguales: es una escala que implica la - cuantificación, donde se definen intervalos iguales para clasificar a los sujetos y sus unidades de medida estandarizada - puntuaciones, horas, etc-- sirven para clasificar a los sujetos. Las unidades deben permitir compa-- rar las diferencias de puntaje entre los individuos. En esta escala el va lor cero es arbitrario.

(1) HUBERT M. BLALOCK, Introducción a la investigación social, 47.

d) Escala de razón o cocientes: es el grado superior de refinamiento en la medición cuantitativa, debido a que en ella el punto cero -- existe claramente definido, además de la utilización de una unidad estandarizada de medición, lo que hace posible el comparar la razón de dos puntajes.

Al final de este subcapítulo se presenta un cuadro de estadísticos utilizables para cada tipo de escala. Es importante señalar que para cada tipo de prueba estadística se requiere un tipo específico de escala.

Además de las cuatro razones expuestas para elegir el tipo de estadístico a utilizar en un análisis, después de indicar el significado y - escala a utilizar es conveniente señalar que las pruebas paramétricas tienen como ventaja el ser más seguras y confiables, ya que son más fuertes y tienen más potencia que las no paramétricas, pero su desventaja es que requieren de un trabajo más minucioso que el empleado en las no paramétricas (1).

Antes de concluir este subcapítulo diré que la diferencia entre las pruebas paramétricas y no paramétricas radica en que las primeras fijan su atención en la diferencia que existe entre las medias de los grupos y las segundas se fijan en la diferencia de las medianas (2).

(1) FRED N. KERLINGER, o.c., 299.

(2) Si se desea profundizar más sobre la estadística no paramétrica consultar: TERESITA DURAN, Necesidad de utilizar la estadística no paramétrica en la investigación pedagógica, 28-35.

Cuadro de Estadísticas utilizables para el tipo de escala de me-

dición. Tomado de SIDNEY SIEGEL (1).

| ESCALA | RELACIONES DEFINIDAS | EJ. DE ESTADÍSTICOS | PRUEBAS ESTADÍSTICAS |
|-----------------------------|--|--|---|
| Nominal o de identificación | a) Equivalencias | - Modo - Coeficiente de contingencia - Probabilidad exacta de -- Fisher | Pruebas Estadísticas no paramétricas |
| Ordinal o clasificatoria | a) Equivalencia b) De mayor a - menor | - mediana - Spearman rs. - Moses de relaciones extremas - Kendall r. - Análisis de varianza de Kruskal Wallis | Pruebas Estadísticas no paramétricas |
| Intervalos iguales | a) Equivalencia b) De mayor a - menor c) Proporción - conocida de un intervalo a cualquier otro | - Media - Desviación S. - Correlación momento-producto de Pearson - Rango de Dun--can - Prueba A - Prueba F - t de student | Pruebas Estadísticas no paramétricas y paramétricas |
| Razón o cocientes | a) Equivalencia b) De mayor a menor c) Proporción conocida de un intervalo a - cualquier otro d) Proporción conocida de un valor de la - escala a cualquier otro. | - Media geométrica - Coeficiente de variación - Prueba A - t de student - Rango de Duncan - Prueba F | Pruebas estadísticas no paramétricas y paramétricas |

(1) SIDNEY SIEGEL, o.c., 51.

4.2. Estadísticos no paramétricos

En este subcapítulo presentaré tres diferentes pruebas no paramétricas aplicables a cuatro de los diseños cuasiexperimentales descritos en el capítulo anterior, donde las hipótesis manejadas en cada diseño se enunciarán en el análisis estadístico.

Al ser hipótesis ficticias, aunque partan de fenómenos específicos y que pudieran probarse en la Facultad de Ingeniería, el tamaño de la muestra en cada análisis es reducido ya que lo que intento es mostrar el uso de cada prueba. Además quiero hacer la aclaración de que los puntajes de medida son arbitrarios y no pertenecen a ningún fenómeno real.

4.2.1. Prueba de la probabilidad exacta de Fisher.

Esta prueba se utiliza para medir datos discretos ya sean nominales u ordinales, cuando se trabaja con dos muestras pequeñas y sirve para determinar si los grupos difieren en la proporción correspondiente a las clasificaciones establecidas.

Esta prueba la utilizaré para realizar el análisis estadístico del diseño B de muestra separada pretest-postest:

| | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| R_1 | O_1 | (X) | | |
| R_2 | | X | O_2 | |
| R_1 | | O_3 | (X) | |
| R_2 | | | X | O_4 |

intentando probar la siguiente hipótesis central (H_1): Si los alumnos de la Facultad de Ingeniería que están inscritos en la asignatura de matemáticas I llevan el curso de técnica de resolución de problemas matemáticos entonces obtendrán un mayor rendimiento escolar en la asignatura.*

Como instrumento de medición se elabora un examen de 10 problemas matemáticos que se aplica como pretest y postest, fijándose como nivel de significación $p < .05$. Las puntuaciones alcanzadas por los 10 alumnos son:

| R_1 | O_1 | R_2 | O_2 | R_1 | O_3 | R_2 | O_4 |
|--------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Sujeto | Puntuación | Suj. | Pun. | Suj. | Pun. | Suj. | Pun. |
| a | 8 | f | 6 | a | 7 | f | 7 |
| b | 3 | g | 4 | b | 4 | g | 7 |
| c | 3 | h | 0 | c | 3 | h | 8 |
| d | 2 | i | 8 | d | 2 | i | 9 |
| e | 6 | j | 7 | e | 6 | j | 8 |

Las puntuaciones obtenidas por los sujetos en las mediciones $O_1 - O_2$ y $O_3 - O_4$ se ordenan de menor a mayor para obtener la mediana (Md) de la medición y poder clasificar a los alumnos en cuanto a si su puntuación (X) es menor o mayor o igual que la mediana, por lo que se obtienen dos categorías nominales:

grado +; cuando $X \geq Md$

grado -; cuando $X < Md$

Por lo que las medianas son:

$$O_1 - O_2 = 5 \quad \text{y} \quad O_3 - O_4 = 7$$

* De esta hipótesis central, se desprenden las hipótesis estadísticas, las que, por problemas de espacio no han sido incluidas y deben ser inferidas en todos los ejemplos manejados.

Utilizando la fórmula de la probabilidad exacta de Fisher (1):

$$p = \frac{(A+B)! (C+D)! (A+C)! (B+D)!}{N! A! B! C! D!}$$

Donde el cuadro 2 X 2 para $0_1 - 0_2$:

| | | | |
|---------|-----|-----|-------|
| | - | + | |
| 0_1 | A | B | A + B |
| 0_2 | C | D | C + D |
| Totales | A+C | B+D | |

| | | | |
|---------|---|---|----|
| | - | + | |
| 0_1 | 3 | 2 | 5 |
| 0_2 | 2 | 3 | 5 |
| Totales | 5 | 5 | 10 |

Sustituyendo:

$$p = \frac{5! 5! 5! 5!}{10! 3! 2! 2! 3!} = \frac{(120) (120) (120) (120)}{(3628800) (6) (2) (2) (6)}$$

$$= \frac{207360000}{522547200} = 0.023$$

$$p = 0.39 > 0.05$$

Por lo que podemos aceptar H_0 y rechazar H_1 en las mediciones

$0_1 - 0_2$.

El cuadro 2 X 2 para las mediciones $0_3 - 0_4$

| | | | |
|---------|---|---|----|
| | - | + | |
| 0_3 | 4 | 1 | 5 |
| 0_4 | 0 | 5 | 5 |
| Totales | 4 | 6 | 10 |

Sustituyendo:

$$p = \frac{5! 5! 4! 6!}{10! 4! 1! 0! 5!} = \frac{(120) (120) (24) (720)}{(3628800) (24) (1) (1) (120)}$$

(1) Ibidem, 122.

$$= \frac{248832000}{10450940000} = 0.023$$

$$p = 0.023 < 0.05$$

Por lo que podemos aceptar H_1 y rechazar H_0 en las mediciones $0_3 - 0_4$.

Las puntuaciones globales del experimento son:

$$R_1 \quad 0_1 \quad + \quad 0_3$$

$$R_2 \quad 0_2 \quad + \quad 0_4$$

Sujetos Puntuaciones

| | | |
|---|---|----|
| a | - | 15 |
| b | - | 7 |
| c | - | 6 |
| d | - | 4 |
| e | - | 12 |

Sujetos Puntuaciones

| | | |
|---|---|----|
| f | - | 13 |
| g | - | 11 |
| h | - | 8 |
| i | - | 17 |
| j | - | 15 |

Donde la Md $0_1 + 0_3 \quad \text{---} \quad 0_2 + 0_4 = 11.5$ y el cuadro 2×2 para $0_1 + 0_3 \quad \text{---} \quad 0_2 + 0_4$ es:

| | - | + | Totales |
|-------------|---|---|---------|
| $0_1 + 0_2$ | 3 | 2 | 5 |
| $0_2 + 0_4$ | 2 | 3 | 5 |
| Totales | 5 | 5 | 10 |

Sustituyendo:

$$p = \frac{5! \quad 5! \quad 5! \quad 5!}{10! \quad 3! \quad 2! \quad 2! \quad 3!} = \frac{(120) (120) (120) (120)}{(3628800) (6) (2) (2) (6)}$$

$$p = 0.39 > p \ 0.05$$

Por lo que se puede concluir que:

No existen diferencias estadísticamente significativas entre las puntuaciones globales de las mediciones $O_1 + O_3$ — $O_2 + O_4$, rechazando así H_1 y aceptando H_0 . Aunque sí existen diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones $O_3 - O_4$.

4.2.2. Prueba de Moses de relaciones extremas.

Esta prueba se utiliza para medir datos por lo menos en escala ordinal, la prueba determina el grado de agrupamiento de los rangos control en relación con los puntajes del experimento, donde un alto agrupamiento pide el rechazo de H_0 , que los puntajes experimentales y controles provengan de la misma población (1).

Esta prueba la utilizaré para realizar el análisis estadístico del diseño A de muestra separada pretest-postest:

$$\begin{array}{r} R \quad O_1 \quad (X) \\ R \quad \quad X \quad O_2 \end{array}$$

intentando probar la misma hipótesis del caso anterior, pero aquí se utilizará como instrumento de medición un examen con 20 problemas matemáti-

(1) Ibídem, 175.

cos y el tamaño de la muestra es de 20 sujetos.

Las puntuaciones obtenidas por los sujetos se ordenan de mayor a menor y se establecen 20 rangos clasificatorios, utilizando así una - escala ordinal de medición.

Se establece de antemano el nivel de significación de $p < .05$ y una $h = 1$, h es el número predeterminado de rangos control extremos que se quitan a cada lado de la amplitud de los rangos controles antes de determinar sh .

Las puntuaciones obtenidas y sus respectivos rangos son:

| Sujetos Experimentales (O_2) | | | Sujetos controles (O_1) | | |
|----------------------------------|---|-------|-----------------------------|---|-------|
| Puntaje | | Rango | Puntaje | | Rango |
| 15 * | - | 14 | 11 | - | 8 |
| 6 | - | 3 | 17 | - | 17 |
| 19 | - | 19 | 16 * | - | 15 |
| 12 | - | 9 | 16 * | - | 16 |
| 20 | - | 20 | 10 | - | 7 |
| 9 | - | 6 | 14 | - | 12 |
| 18 | - | 18 | 13 * | - | 10 |
| 8 | - | 5 | 7 | - | 4 |
| 4 | - | 1 | 13 * | - | 11 |
| 15 * | - | 13 | 5 | - | 2 |

Los datos arreglados para la prueba son:

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Rango | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Grupo | E | C | E | C | E | E | C | C | E | C | C | C | E | E | C | C | C | E | E | E |

Dado $h = 1$, el rango más extremo de cada lado de la extensión C se elimina, estos son los rangos 2 y 17, por lo que:

$$sh = 16 - 4 + 1 = 13$$

* Cuando ocurren ligas entre los miembros del mismo grupo no se afecta el valor sh .

Si la sh mínima posible es $(nc - 2h)$ entonces tenemos que:

$$nc - 2h = 13 - 2 = 11$$

La cantidad por la que sh observada excede el mínimo posible es $13 - 11 = 2$, por lo que $g = 2$ (la cantidad por la que un valor observado de sh excede $nc - 2h$, donde $nc - 2h$ es la mínima amplitud de los rangos de los casos - control, es igual a 2).

Para determinar la probabilidad de concurrencia conforme a H_0 de $sh \leq 13$ cuando $nc = 10$, $ne = 10$ y $g = 2$ se utiliza la fórmula de Moses (1):

$$p (sh \leq nc - 2h + g) = \sum_{i=0}^g \frac{\binom{i + nc - 2n - 2}{i} \binom{ne + 2n + 1 - i}{ne - i}}{\binom{nc + ne}{nc}}$$

Donde se deben sumar tres términos del numerador: para $i = 0$, $i = 1$, $i = 2$ (2).

Sustituyendo:

$$p(sh \leq nc - 2h + 2) = \frac{\binom{0 + 10 - 2 - 2}{0} \binom{10 + 2 + 1 - 0}{10 - 0} + \binom{1 + 10 - 2 - 2}{1} \binom{10 + 2 + 1 - 1}{10 - 1} + \binom{2 + 10 - 2 - 2}{2} \binom{10 + 2 + 1 - 2}{10 - 2}}{\binom{10 + 10}{10}}$$

Donde para cualquier entero positivo a, b (3).

$$\binom{a}{b} = \frac{a!}{b! (a-b)!} \quad \text{Si } a \geq b,$$

$$\text{y } \binom{a}{b} = 0 \quad \text{Si } a < b.$$

(1) Ibíd., 177.

(2) Idem.

(3) Ibíd., 179.

Tenemos que:

$$\begin{aligned}
 p (sh \leq nc - 2h + 2) &= \frac{\binom{6}{10} \binom{13}{10} + \binom{7}{1} \binom{12}{9} + \binom{8}{2} \binom{11}{8}}{\binom{20}{10}} \\
 &= \frac{(1)(286) + (7)(220) + (28)(165)}{184,756} \\
 &= \frac{286 + 1540 + 4620}{184,756} \\
 &= \frac{6446}{184,756} \\
 p (sh \leq nc - 2h + 2) &= 0.034 < p 0.05
 \end{aligned}$$

Por lo que se puede concluir que:

La diferencia entre las mediciones $O_1 - O_2$ es estadísticamente significativa, por lo que se puede rechazar H_0 y aceptar H_1 ya que las diferencias de los puntajes se deben a la manipulación de la variable in dependiente (curso de técnicas de resolución de problemas matemáticos) y no a fluctuaciones al azar. Debo advertir que es posible que la diferencia de puntajes, se deba a las variables extrañas, historia, maduración, etc., que afectan la validez interna del diseño.

4.2.3. Análisis de varianza de una clasificación por rangos de Kruskal - Wallis.

Esta prueba se utiliza para decidir si K muestras independientes son de poblaciones diferentes con base a sus promedios y requiere por lo menos una escala ordinal de medición.

Esta prueba la utilizaré para realizar el análisis estadístico - de dos diseños diferentes.

El primero de ellos es el diseño C de muestra separada pretest-postest:

| | | | |
|---|-------|-------|-------|
| R | O_1 | (X) | |
| R | | O_2 | (X) |
| R | | X | O_3 |

intentando probar la siguiente hipótesis central:

Si los alumnos de la carrera de Ingeniería Geológica llevan un - curso de observación que les permita adquirir una técnica específica, entonces podrán detectar un número mayor de rasgos geológicos en 4 horas de observación.

Como instrumento de medición se elabora una guía de observación - para detectar 100 rasgos geológicos y por cada rasgo detectado se otorga - un punto. La guía funcionará como pretest y postest, fijándose como nivel de significación $p < .05$.

Las puntuaciones alcanzadas por los 30 sujetos son:

| Suj. | O_1 | Suj. | O_2 | Suj. | O_3 |
|------|-------|------|-------|------|-------|
| 1 - | 91 | 11 - | 14 | 21 - | 73 |
| 2 - | 51 | 12 - | 39 | 22 - | 71 |
| 3 - | 19 | 13 - | 89 | 23 - | 26 |
| 4 - | 31 | 14 - | 70 | 24 - | 27 |
| 5 - | 60 | 15 - | 61 | 25 - | 63 |
| 6 - | 10 | 16 - | 59 | 26 - | 95 |
| 7 - | 54 | 17 - | 63 | 27 - | 70 |
| 8 - | 7 | 18 - | 9 | 28 - | 81 |
| 9 - | 56 | 19 - | 82 | 29 - | 87 |
| 10 - | 83 | 20 - | 10 | 30 - | 72 |

Las puntuaciones obtenidas por los 30 sujetos se ordenan de mayor a menor, para establecer 30 rangos clasificatorios, utilizando así una escala ordinal de medición.

Tabla de Rangos

| O_1 | O_2 | O_3 |
|----------------------|----------------------|--------------------|
| 29 | 5 | 23 |
| 11 | 10 | 21 |
| 6 | 28 | 7 |
| 9 | 19.5 * | 8 |
| 15 | 16 | 17.5* |
| 3.5* | 14 | 30 |
| 12 | 17.5* | 19.5* |
| 1 | 2 | 24 |
| 13 | 25 | 27 |
| 26 | 3.5* | 22 |
| $\Sigma R_1 = 125.5$ | $\Sigma R_2 = 140.5$ | $\Sigma R_3 = 199$ |

Para determinar la probabilidad de que las puntuaciones O_3 se deban al manejo de la variable independiente (curso de observación) se aplica la siguiente fórmula (1):

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^K \frac{R_j^2}{n_j} - 3(N+1)$$

Sustituyendo:

$$H = \frac{12}{30(30+1)} \left[\frac{125.5^2}{10} + \frac{140.5^2}{10} + \frac{199^2}{10} \right] - 3(30+1)$$

$$H = \frac{12}{930} (1575.025 + 1974.025 + 3960.1) - 93$$

$$H = (0.0129) (7509.15) - 93$$

$$H = 96.868 - 93$$

$$H = 3.8680$$

* Ligas entre puntajes. Para corregir el efecto de las ligas, la fórmula H cambia. Aquí se calculará en dos momentos, el primero sin hacer la corrección y el segundo con la corrección de las ligas.

(1) Ibidem, 216.

Los grados de libertad para esta prueba son (1):

$$gl = K - 1 = 3 - 1 = 2$$

Consultando el valor H (3.8680) con gl 2 en la tabla de valores críticos de chi cuadrada (2) se observa que:

$$H (3.8680) \text{ con } gl \ 2 < p \ 0.10 (6.25)$$

Por lo que se puede aceptar H_0 y rechazar H_1 .

Para ser más exacto en los cálculos haré la corrección del efecto de las ligas dividiendo la fórmula H por (3):

$$1 - \frac{\sum T}{N^3 - N}$$

Como se puede ver en el cuadro de Rangos, existen tres ligas en total en los rangos 3.5, 17.5 y 19.5 para reducir su efecto se calcula - T (4) donde:

$$T = t^3 - t$$

Como a los dos sujetos con la puntuación 10 se les asignó el -- rango 3.5 y son dos puntuaciones ligadas, tenemos que:

$$T = 2^3 - 2 = 8 - 2 = 6$$

A los dos sujetos con la puntuación 63 se les asignó el rango - 17.5, entonces tenemos que:

$$T = 2^3 - 2 = 8 - 2 = 6$$

-
- (1) Ibidem, 221.
 - (2) Ibidem, 283.
 - (3) Ibidem, 219.
 - (4) Idem.

y lo mismo para los dos sujetos que obtuvieron la puntuación 70.

$$T = 2^3 - 2 = 8 - 2 = 6$$

Por lo que se debe aplicar la fórmula H con corrección de ligas

(1):

$$H = \frac{\frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^K \frac{R_j^2}{n_j} - 3(N+1)}{1 - \frac{\sum T}{N^3 - N}}$$

Sustituyendo:

$$H = \frac{\frac{12}{30(30+1)} \left[\frac{125.5^2}{10} + \frac{140.5^2}{10} + \frac{199^2}{10} \right] - 3(30+1)}{1 - \frac{(6 + 6 + 6)}{30^3 - 30}}$$

$$H = \frac{0.0129 (1575.025 + 1974.025 + 3960.1) - 93}{1 - \frac{18}{27000 - 30}}$$

$$H = \frac{(0.0129)(7509.15) - 93}{1 - 0.0006674}$$

$$H = \frac{3.8680}{0.9993}$$

$$H = 3.8707$$

Consultando el valor H (3.8707) con gl 2 en la tabla a valores críticos de chi cuadrada se observa que:

$$H (3.8707) < \text{congl } 2 < p < 0.10 \quad (6.25)$$

(1) Ibidem, 223.

Por lo que se puede rechazar H_1 y aceptar H_0 , ya que las diferencias en las puntuaciones se deben a fluctuaciones al azar y no al manejo de la variable independiente (curso de observación sistemática).

El segundo diseño que será analizado estadísticamente con esta prueba es el diseño de muestra separada pretest - postest con grupo de control:

| | | | |
|---|-------|-----|-------|
| R | O_1 | (X) | |
| R | | X | O_3 |
| R | O_2 | | |
| R | | | O_4 |

intentando probar la siguiente hipótesis central:

Si los alumnos de ingeniería llevan un curso de técnicas de lectura de estudio, entonces obtendrán un mayor rendimiento escolar.

Como instrumento de medida se elabora un examen objetivo con 100 items sobre un tema específico el cual servirá como pretest y postest, - fijándose como nivel de significación $p < .05$.

Las puntuaciones obtenidas por los 40 sujetos son:

| Suj. | O_1 | Suj. | O_2 | Suj. | O_3 | Suj. | O_4 |
|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| 1 | 14 | 11 | 85 | 21 | 42 | 31 | 43 |
| 2 | 31 | 12 | 72 | 22 | 26 | 32 | 69 |
| 3 | 69 | 13 | 89 | 23 | 59 | 33 | 48 |
| 4 | 44 | 14 | 93 | 24 | 25 | 34 | 15 |
| 5 | 47 | 15 | 73 | 25 | 13 | 35 | 69 |
| 6 | 63 | 16 | 79 | 26 | 61 | 36 | 29 |
| 7 | 58 | 17 | 73 | 27 | 34 | 37 | 19 |
| 8 | 20 | 18 | 74 | 28 | 52 | 38 | 44 |
| 9 | 71 | 19 | 78 | 29 | 27 | 39 | 17 |
| 10 | 59 | 20 | 92 | 30 | 16 | 40 | 40 |

Las puntuaciones obtenidas por los sujetos se ordenan también - de mayor a menor para establecer 40 rangos clasificatorios, utilizando - así una escala ordinal de medición.

| O_1 | O_2 | O_3 | O_4 |
|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| 2 | 37 | 15 | 16 |
| 12 | 31 | 9 | 28* |
| 28* | 38 | 23.5* | 20 |
| 17.5* | 40 | 8 | 3 |
| 19 | 32.5* | 1 | 28* |
| 26 | 36 | 25 | 11 |
| 22 | 32.5* | 13 | 6 |
| 7 | 34 | 21 | 17.5* |
| 30 | 35 | 10 | 5 |
| 23.5* | 39 | 4 | 14 |
| $\Sigma R_1 = 187$ | $\Sigma R_2 = 355$ | $\Sigma R_3 = 129.5$ | $\Sigma R_4 = 148.5$ |

Para determinar la probabilidad de que las puntuaciones de O_3 se deban al manejo de la variable independiente (curso de técnicas de lectura de estudio) se aplica la fórmula H:

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^K \frac{R_j^2}{n_j} - 3(N+1)$$

Sustituyendo:

$$H = \frac{12}{40(40+1)} \left[\frac{187^2}{10} + \frac{355^2}{10} + \frac{129.5^2}{10} + \frac{148.5^2}{10} \right] - 3(40+1)$$

$$H = \frac{12}{1640} (3496.9 + 12602.5 + 1677.025 + 2205.225) - 123$$

$$H = (0.0085) (19981.65) - 123$$

$$H = 169.84402 - 123$$

$$H = 46.844$$

Los grados de libertad para esta prueba son:

$$gl = K - 1 = 4 - 1 = 3$$

* Ligas entre puntajes. En este análisis se procederá igual que en el caso anterior.

Consultando el valor H (46.844) con gl 3 en la tabla de valores críticos de chi cuadrada, se observa que:

$$H (46.844) \text{ con } gl 3 > p 0.001 (16.27)$$

Por lo que se puede aceptar H_1 y rechazar H_0 .

Para ser más exacto en los cálculos, se corregirá el efecto de las ligas dividiendo la fórmula H por:

$$1 - \frac{\sum T}{N^3 - N}$$

Por lo que:

$$H = \frac{\frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^k \frac{R_j^2}{n_j} - 3(N+1)}{1 - \frac{\sum T}{N^3 - N}}$$

Sustituyendo:

$$H = \frac{\frac{12}{40(40+1)} \left[\frac{187^2}{10} + \frac{355^2}{10} + \frac{129.5^2}{10} + \frac{148.5^2}{10} \right] - 3(40+1)}{1 - \frac{(6 + 6 + 24 + 6)}{40^3 - 40}}$$

$$H = \frac{0.0085 (3496.9 + 12602.5 + 1677.025 + 2205.225) - 123}{1 - \frac{42}{64000 - 40}}$$

$$H = \frac{(0.0085) (19981.65) - 123}{1 - \frac{42}{63960}}$$

$$H = \frac{169.84402 - 123}{1 - 0.0006566}$$

$$H = \frac{46.844}{0.9993}$$

$$H = 46.876$$

Consultando el valor H (46.876) con gl 3 en la tabla de valores críticos de χ^2 cuadrada se observa que:

H (46.844) con gl 3 $>$ p 0.001 (16.27)

Por lo que se puede aceptar H_1 y rechazar H_0 ya que las diferencias en las puntuaciones se deben al efecto de la variable independiente (curso de técnicas de lectura de estudio) y no a fluctuaciones al azar. Debo advertir que es posible que la diferencia de puntaje se deba a la variable extraña de interacción de selección y maduración, que afecta -- la validez interna del diseño.

4.3. Estadísticos paramétricos

En este subcapítulo presentaré tres diferentes pruebas paramétricas aplicables a los otros cuatro diseños cuasiexperimentales descritos - en el capítulo anterior, donde las hipótesis manejadas en cada diseño se enunciarán en el análisis estadístico.

Debo hacer también la salvedad que expuse en el subcapítulo anterior acerca del tamaño de las muestras y las puntuaciones manejadas, además partiré del supuesto de que se cumplen las cuatro razones para la selección de pruebas paramétricas.

4.3.1. t de student y prueba A

Estas pruebas t y A se utilizan:

- a) t para conocer las diferencias intergrupales, y
- b) A que es una derivación de t para conocer los cambios intra-grupales en dos momentos diferentes de medición; requiere por lo menos una escala de intervalos iguales de medición.

Estas pruebas las utilizaré para realizar el análisis estadístico de dos diseños diferentes.

El primero de ellos es el diseño de grupo de control no equivalente:

$$\frac{O_1}{O_2} \quad X \quad \frac{O_3}{O_4}$$

intentando probar la siguiente hipótesis central.

Si en la asignatura de construcción I se utiliza como metodología de trabajo el método de proyectos en vez del método tradicional que se sigue, entonces los alumnos lograrán un mayor rendimiento escolar.

Como instrumento de medición se elabora un examen con 10 preguntas, el cual funcionará como pretest y postest, fijándose como nivel de significación $p < .05$ para ambas pruebas.

Las puntuaciones obtenidas por los 20 sujetos presentados en una escala de razón son:

| Grupo Experimental | | | Grupo Control | | |
|--------------------|-------|-------|---------------|-------|-------|
| Suj. | O_1 | O_3 | Suj. | O_2 | O_4 |
| 1 | 4 | 7 | 11 | 4 | 4 |
| 2 | 6 | 9 | 12 | 7 | 8 |
| 3 | 3 | 6 | 13 | 2 | 5 |
| 4 | 7 | 8 | 14 | 2 | 2 |
| 5 | 9 | 9 | 15 | 3 | 4 |
| 6 | 2 | 5 | 16 | 5 | 7 |
| 7 | 3 | 7 | 17 | 1 | 3 |
| 8 | 3 | 8 | 18 | 7 | 8 |
| 9 | 7 | 9 | 19 | 1 | 3 |
| 10 | 3 | 7 | 20 | 5 | 7 |

La prueba t la utilizaré para comparar $O_1 - O_2$ y $O_3 - O_4$ y para conocer la ganancia de aprendizaje entre $O_1 - O_3$ y $O_2 - O_4$ utilizaré la prueba A.

Por lo que para conocer si existen diferencias intergrupales entre $O_1 - O_2$ utilizaré la fórmula de t (1):

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\left(\frac{sc_1 + sc_2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)}\right) \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

Donde la fórmula de sc (2) es:

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

Por lo que:

| | O_1 | O_3 | O_2 | O_4 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|
| \bar{x} | 4.7 | 7.5 | 3.7 | 5.1 |
| sc | 50.1 | 16.5 | 46.1 | 28.9 |
| n | 10 | 10 | 10 | 10 |

(1) F.J. McGUIGAN, o.c., 126.

(2) Ibídem, 128.

Sustituyendo:

$$t = \frac{4.7 - 3.7}{\sqrt{\left(\frac{50.1 + 46.1}{(10-1) + (10-1)}\right)\left(\frac{1}{10} + \frac{1}{10}\right)}}$$

$$t = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{96.2}{18}\right) (0.1+0.1)}}$$

$$t = \frac{1}{\sqrt{(5.344) (0.2)}}$$

$$t = \frac{1}{\sqrt{1.0688}}$$

$$t = 0.967$$

Los grados de libertad que se utilizan en esta prueba están en función del número de sujetos que participa en el experimento, su fórmula es (1):

$$gl = N - 2 = 20 - 2 = 18$$

El siguiente paso es localizar el nivel de significación asociado a t (0.967) con gl 18, para lo cual se consulta la tabla t (2) y se observa que:

$$t (0.967) \text{ con } gl 18 > p 0.4 (0.862)$$

por lo que se puede concluir que la diferencia entre las puntuaciones es debida al azar.

(1) Ibidem, 132.

(2) Ver: Ibidem, 134.

Ahora hay que calcular las ganancias $O_1 - O_3$ y $O_2 - O_4$ para conocer si la diferencia entre las puntuaciones es estadísticamente válida, - para lo cual se aplica la prueba A con la siguiente fórmula (1):

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

Donde D es la diferencia en las puntuaciones de cada sujeto y se obtiene restando la primera medición a la segunda.

Sustituyendo para $O_1 - O_3$

$$A = \frac{98}{28^2} = \frac{98}{784} = 0.125$$

Los grados de libertad se obtienen mediante la fórmula (2):

$$gl = n - 1 = 10 - 1 = 9$$

El siguiente paso es localizar el nivel de significación asociado para A (0.125) con gl 9, para lo cual se consulta la tabla A (3) y se observa que:

$$A (0.125) \text{ con } gl 9 < p0.001 (0.139)$$

Por lo que se puede concluir que la ganancia en las puntuaciones es debida al manejo de la variable independiente (método de proyectos) --

-
- (1) Ibidem, 215.
 - (2) Ibidem, 217.
 - (3) Ibidem, 216.

rechazando H_0 y aceptando H_1

Sustituyendo para $\theta_2 - \theta_4$

$$A = \frac{28}{14^2} = \frac{28}{196} = 0.142$$

$$gl = n - 1 = 10 - 1 = 9$$

Se localiza el nivel de significación asociado para A (0.142) - con gl 9 en la tabla de A y se observa que:

$$A (0.142) \text{ con } gl 9 < p 0.01 (0.185)$$

Por lo que se puede concluir que la diferencia en las puntuaciones de los sujetos es estadísticamente válida, aunque no hayan estado bajo la influencia de la variable independiente.

Ahora solo falta saber si existe diferencia estadísticamente válida entre las mediciones $\theta_3 - \theta_4$, para lo cual se aplica la prueba t.

Sustituyendo para $\theta_3 - \theta_4$

$$t = \frac{7.5 - 5.1}{\sqrt{\left(\frac{16.5 + 28.9}{(10-1)+(10-1)}\right)\left(\frac{1}{10} + \frac{1}{10}\right)}} = \frac{2.4}{\sqrt{\left(\frac{45.4}{18}\right)(0.1 + 0.1)}}$$

$$t = \frac{2.4}{\sqrt{(2.522)(0.2)}} = \frac{2.4}{\sqrt{0.5044}} = \frac{2.4}{0.7102}$$

$$t = 3.379$$

$$gl = N - 2 = 20 - 2 = 18$$

Se localiza el nivel de significación asociado par t (3.379) con gl 18 consultando la tabla t , se observa que:

$$t (3.379) \text{ con } gl 18 > p 0.01 (2.878)$$

Por lo que se puede rechazar H_0 y aceptar H_1

Conclusiones:

- 1.- La variable independiente (método de proyectos) influyó positivamente sobre las puntuaciones de los sujetos entre las mediciones $O_1 - O_2 - O_3 - O_4$ y su aumento es estadísticamente válido, por lo que se acepta H_1 y se rechaza H_0 .
- 2.- El aumento entre las mediciones $O_2 - O_4$ se debe a fluctuaciones al azar, ya que los sujetos no fueron sometidos a los efectos de la variable independiente y cursaron la asignatura bajo el sistema tradicional.
- 3.- Debo advertir que es posible que la diferencia de puntaje se deba a la variable extraña de interacción de selección y maduración que afecta la validez interna del diseño.

El segundo diseño que será analizado estadísticamente con estas pruebas es el diseño D de muestra separada pretest-posttest:

| | | | |
|---|-------|---|-------|
| R | O_1 | X | O_2 |
| R | | X | O_3 |

intentando probar la siguiente hipótesis central:

Si los alumnos de la carrera de Ingeniería Geológica llevan un curso de observación que les permita adquirir una técnica específica, entonces podrán detectar un número mayor de rasgos geológicos en 30 minutos de observación.

Como instrumento de medición se elabora una guía de observación para detectar 10 rasgos geológicos y por cada rasgo detectado se otorga un punto. La guía funcionará como pretest y posttest, fijándose como nivel de significación $p < .05$.

Las puntuaciones obtenidas por los 20 sujetos presentadas en una escala de razón son:

| Suj. | O_1 | O_2 | Suj. | O_3 |
|-----------|-------|-------|-----------|-------|
| 1 | 7 | 9 | 11 | 9 |
| 2 | 4 | 5 | 12 | 8 |
| 3 | 6 | 8 | 13 | 6 |
| 4 | 5 | 9 | 14 | 9 |
| 5 | 6 | 9 | 15 | 8 |
| 6 | 4 | 7 | 16 | 7 |
| 7 | 4 | 7 | 17 | 7 |
| 8 | 6 | 9 | 18 | 6 |
| 9 | 2 | 6 | 19 | 9 |
| 10 | 5 | 9 | 20 | 8 |
| \bar{X} | 4.9 | 7.8 | \bar{X} | 8.0 |
| sc | 18.9 | 19.6 | sc | 10 |

La prueba A se utilizará para conocer la ganancia $O_1 - O_2$ y la prueba t para comparar $O_2 - O_3$ y $O_1 - O_3$.

El cálculo para $O_1 - O_2$ mediante la fórmula A es el siguiente:

$$A = \frac{\sum D^2}{\sum (D)^2} = \frac{93}{29^2} = \frac{93}{841} = 0.110$$

$$gl = n - 1 = 10 - 1 = 9$$

Se localiza el nivel de significación asociado para A (0.110) con gl 9 consultando la tabla A, observándose:

$$A (0.110) \text{ con } gl \ 9 < p \ 0.001 (0.139)$$

Por lo que se puede concluir que la ganancia en las puntuaciones es debida al manejo de la variable independiente (curso de observación) - rechazando H_0 y aceptando H_1 .

Para conocer si la diferencia $O_2 - O_3$ es estadísticamente válida se aplica la prueba t:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\left(\frac{sc_1 + sc_2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)} \right) \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

Sustituyendo:

$$t = \frac{7.8 - 8.0}{\sqrt{\left(\frac{19.6 + 10}{(10-1)+(10-1)}\right)\left(\frac{1}{10} + \frac{1}{10}\right)}}$$

Pero la diferencia de las medias $(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)$ en la prueba t, siempre debe ser positiva, por lo que se resta la media menor de la mayor, ya sea $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$ ó $\bar{x}_2 - \bar{x}_1$ (1).

Por lo que:

$$t = \frac{8.0 - 7.8}{\sqrt{\left(\frac{19.6 + 10}{(10-1)+(10-1)}\right)\left(\frac{1}{10} + \frac{1}{10}\right)}} = \frac{0.2}{\sqrt{\left(\frac{29.6}{18}\right) (0.1 + 0.1)}}$$

$$t = \frac{0.2}{\sqrt{(1.6444) (0.2)}} = \frac{0.2}{\sqrt{0.32888}} = \frac{0.2}{0.5734}$$

$$t = 0.348$$

$$gl = N - 2 = 20 - 2 = 18$$

Se localiza el nivel de significación asociado para $t(0.348)$ con gl 18 consultando la tabla de t y se observa que:

$$t(0.348) \text{ con } gl \ 18 \rightarrow p \ 0.8 \ (0.257)$$

(1) Ibidem, 130 y 131.

Por lo que se puede concluir que no existe diferencia estadísticamente significativa entre las puntuaciones de ambos grupos que fueron sometidos a los efectos de la variable independiente (curso de observación).

Para conocer si existe diferencia estadísticamente significativa entre $\mu_1 - \mu_3$ se aplica la prueba t.

Sustituyendo:

$$t = \frac{8.0 - 4.9}{\sqrt{\left(\frac{18.9 + 10}{(10-1)+(10-1)}\right) \left(\frac{1}{10} + \frac{1}{10}\right)}} = \frac{3.1}{\sqrt{\left(\frac{28.9}{18}\right) (0.1 + 0.1)}}$$

$$t = \frac{3.1}{\sqrt{(1.6055) (0.2)}} = \frac{3.1}{\sqrt{0.3211}} = \frac{3.1}{0.5666}$$

$$t = 5.471$$

$$gl = N - 2 = 20 - 2 = 18$$

Se localiza el nivel de significación asociado para t (5.471) - con gl 18 y consultando la tabla t se observa que:

$$t (5.471) \text{ con } gl \ 18 > p0.01 \ (2.878)$$

Por lo que se acepta H_1 y se rechaza H_0 .

Conclusiones:

- 1.- La variable independiente influyó positivamente sobre los puntajes de los sujetos entre las mediciones $O_1 - O_2$ y $O_1 - O_3$ y su aumento es estadísticamente significativo, por lo que se acepta H_1 y se rechaza H_0 .
- 2.- La diferencia entre las puntuaciones de las mediciones $O_2 - O_3$ se debe a fluctuaciones al azar ya que los dos grupos fueron sometidos a los efectos de la variable independiente, por lo que se acepta H_1 y se rechaza H_0 .
- 3.- Debo advertir que es posible que la diferencia de puntaje se deba a el efecto de las variables extrañas, historia, maduración, etc., que afectan la validez interna del diseño.

4.3.2. Rango de Duncan

Esta prueba se utiliza para conocer las diferencias intergrupales que existen en las K muestras y requieren como mínimo una escala de intervalos iguales de medición, también se utiliza para conocer las diferencias intragrupalas en K mediciones.

Esta prueba la utilizaré para realizar el análisis estadístico - de dos diseños diferentes.

El primero de ellos es el diseño de series cronológicas:

O_1 O_2 O_3 O_4 X O_5 O_6 O_7 O_8

intentando probar la siguiente hipótesis central:

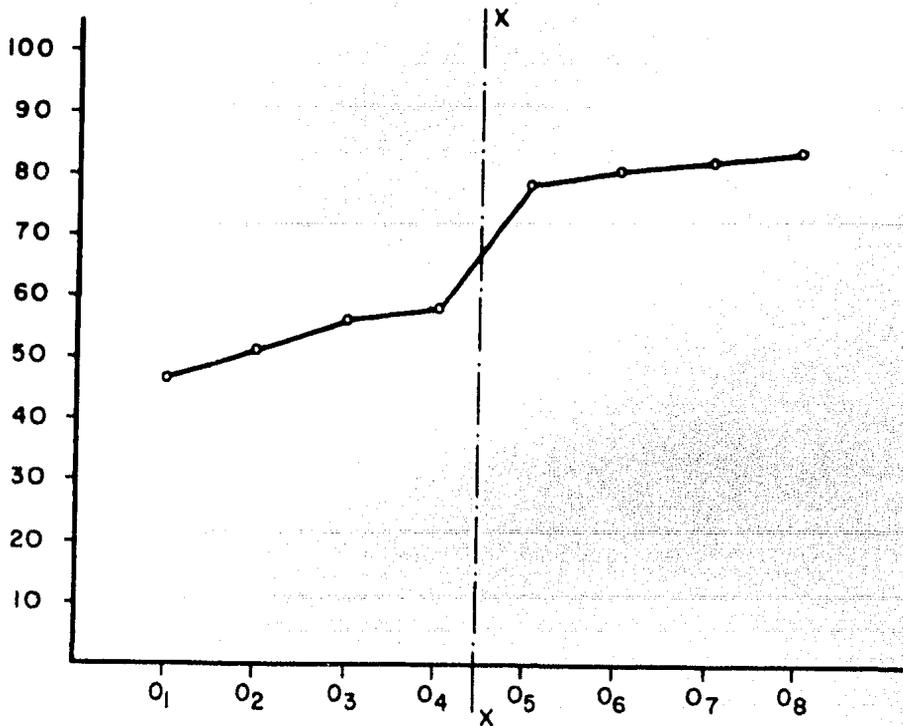
Si los alumnos de la Facultad de Ingeniería llevan el curso de - técnicas básicas de estudio, entonces mejorarán sus hábitos de estudio.

Como instrumento de medición se utilizará un inventario de hábi- tos de estudio que mide 50 rasgos, si el rasgo es positivo determinante, se otorga + 2 y si es negativo determinante se otorga - 2, por lo que se utiliza una escala de intervalos iguales que va de - 100 a + 100. Este -- instrumento servirá como pretest y postest y se fija como nivel de signi- ficación $p < .05$.

Las puntuaciones obtenidas por los 10 sujetos en las 8 medicio- nes son:

| Suj. | 0 ₁ | 0 ₂ | 0 ₃ | 0 ₄ | 0 ₅ | 0 ₆ | 0 ₇ | 0 ₈ |
|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1 | 13 | 35 | 40 | 59 | 76 | 78 | 74 | 73 |
| 2 | 31 | 62 | 62 | 59 | 87 | 85 | 87 | 82 |
| 3 | 10 | 7 | 3 | 13 | 59 | 78 | 74 | 80 |
| 4 | 95 | 60 | 76 | 79 | 98 | 95 | 99 | 98 |
| 5 | 59 | 94 | 99 | 91 | 93 | 92 | 93 | 93 |
| 6 | 19 | 24 | 24 | 28 | 42 | 53 | 55 | 52 |
| 7 | 40 | 42 | 60 | 66 | 97 | 93 | 94 | 98 |
| 8 | 88 | 82 | 75 | 69 | 83 | 92 | 88 | 95 |
| 9 | 93 | 85 | 83 | 84 | 96 | 91 | 90 | 96 |
| 10 | 13 | 23 | 35 | 28 | 53 | 53 | 73 | 80 |
| \bar{x} | 46.1 | 51.4 | 55.7 | 57.6 | 78.4 | 81.0 | 82.7 | 84.7 |
| SC | 9566.9 | 7952.4 | 7920.1 | 6213.4 | 3700.4 | 2284 | 1612.1 | 1914.1 |

GRAFICA DEL GRUPO CON RESPECTO A LA MEDIA



Para realizar el análisis estadístico utilizamos la prueba de Rango de Duncan con la siguiente fórmula (1):

$$Se = \sqrt{\frac{SC_1 + SC_2 + SC_3 + SC_4 + SC_5 + SC_6 + SC_7 + SC_8}{8(n-1)}}$$

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

Sustituyendo:

$$Se = \sqrt{\frac{9566.9 + 7952.4 + 7920.1 + 6213.4 + 3700.4 + 2284 + 1612.1 + 1914.1}{8(10-1)}}$$

$$Se = \sqrt{\frac{41163.4}{72}}$$

$$Se = \sqrt{571.71388}$$

$$Se = 23.910$$

Ya que se ha obtenido Se (23.910) se obtienen:

- a) los r_p (rangos estandarizados menos significativos) por medio de la tabla de Rango de Duncan al 5% (2), relacionando los grados de libertad (3) $gl = N - r$, con el número de grupos, y
- b) los R_p (rangos menos significativos de acuerdo a nuestros valores) por medio de la fórmula (4):

$$R_p = Se \cdot r_p \sqrt{1/n}$$

-
- (1) Ibidem, 249.
 - (2) Ibidem, 250.
 - (3) Ibidem, 249.
 - (4) Ibidem, 251.

Por lo que con $gl = N - r = 10 - 8 = 2$ se obtienen los siguientes rp .

$$\begin{array}{ll} rp_8 = 6.09 & rp_4 = 6.09 \\ rp_7 = 6.09 & rp_3 = 6.09 \\ rp_6 = 6.09 & rp_2 = 6.09 \\ rp_5 = 6.09 & \end{array}$$

y se obtienen los Rp necesarios:

$$Rp_8 = Se \cdot rp_8 \cdot \sqrt{1/n}$$

Sustituyendo:

$$Rp_8 = (23.910) (6.09) \sqrt{1/10}$$

$$Rp_8 = (145.6119) (0.3162)$$

$$Rp_8 = 46.042$$

En este caso al tener el mismo valor todos los rp , no es necesario obtener todos los Rp , ya que siempre serán 46.042.

El último paso del análisis es ordenar las medias de mayor a menor y comparar su diferencia con el Rp correspondiente. Si la diferencia de las medias es mayor que el Rp , entonces se puede rechazar H_0 y aceptar H_1 (1):

El proceso es el siguiente:

\bar{x}_1
 \bar{x}_2
 \bar{x}_3

restar la media inferior a la media superior y comparar con el Rp correspondiente, contando las medias extremas más las intermedias y así sucesivamente.

(1) Ibidem, 252.

Las medias ordenadas de mayor a menor son:

$$\bar{x}_8 = 84.7$$

$$\bar{x}_7 = 82.7$$

$$\bar{x}_6 = 81.0$$

$$\bar{x}_5 = 78.4$$

$$\bar{x}_4 = 57.6$$

$$\bar{x}_3 = 55.7$$

$$\bar{x}_2 = 51.4$$

$$\bar{x}_1 = 46.1$$

Entonces:

$$\bar{x}_8 (87.7) - \bar{x}_1 (46.1) = 38.6 < R_{p8} (46.042)$$

Al no existir diferencia significativa entre las medias extremas no es necesario establecer las otras diferencias ya que no serán significativas.

Representación gráfica

1 2 3 4 5 6 7 8

Conclusión:

Ya que no existen diferencias significativas entre las medias -

de los diferentes grupos, se puede aceptar H_0 y rechazar H_1 y afirmar que los cambios en las puntuaciones se deben a fluctuaciones de azar y no a la influencia de la variable independiente (curso de técnicas básicas de estudio).

El segundo diseño que analizaré con esta prueba es el de series cronológicas múltiples:

| | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-----|----------|----------|----------|----------|
| O_1 | O_3 | O_5 | O_7 | X | O_9 | O_{11} | O_{13} | O_{15} |
| O_2 | O_4 | O_6 | O_8 | | O_{10} | O_{12} | O_{14} | O_{16} |

intentando probar la siguiente hipótesis central:

Si los alumnos de la Facultad de Ingeniería llevan un curso de preparación de exámenes entonces obtendrán un mayor rendimiento escolar.

Como instrumento de medición se utilizará un examen con 10 preguntas que servirá como pretest y posttest, fijándose como nivel de significación $p < .05$.

Las puntuaciones de los sujetos, medidas en una escala de razón son:

GRUPO EXPERIMENTAL

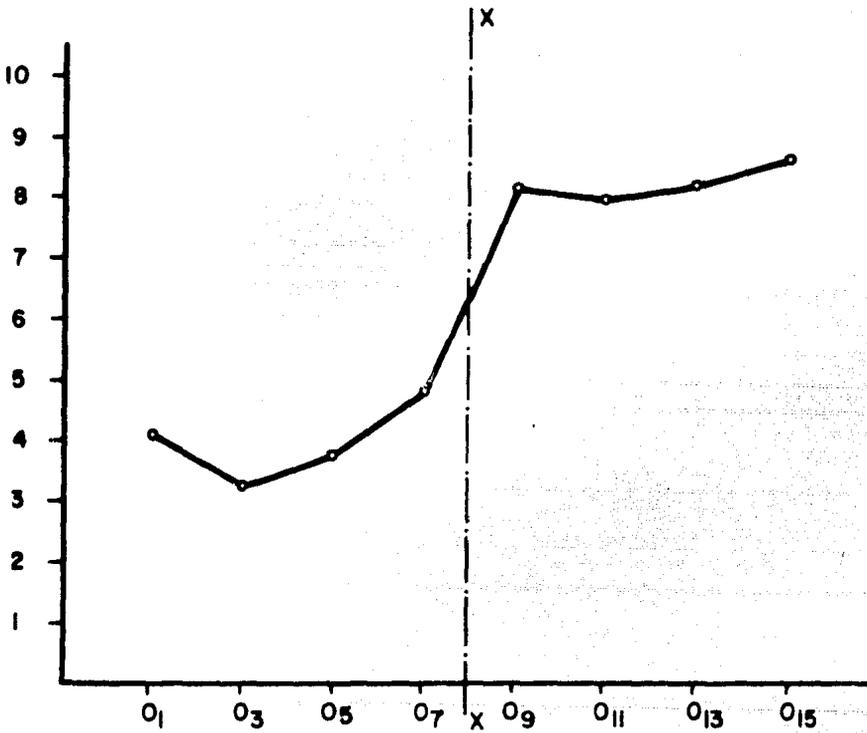
| Suj. | 0 ₁ | 0 ₃ | 0 ₅ | 0 ₇ | 0 ₉ | 0 ₁₁ | 0 ₁₃ | 0 ₁₅ |
|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 7 | 7 | 6 | 7 | 7 | 8 | 7 | 10 |
| 2 | 6 | 6 | 7 | 7 | 9 | 8 | 7 | 8 |
| 3 | 4 | 4 | 4 | 6 | 9 | 7 | 7 | 8 |
| 4 | 2 | 2 | 3 | 3 | 9 | 8 | 9 | 9 |
| 5 | 6 | 5 | 6 | 8 | 9 | 8 | 9 | 8 |
| 6 | 2 | 2 | 2 | 4 | 8 | 9 | 9 | 9 |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 2 | 8 | 9 | 8 | 9 |
| 8 | 2 | 2 | 0 | 3 | 6 | 6 | 9 | 8 |
| 9 | 5 | 4 | 5 | 6 | 8 | 9 | 8 | 9 |
| 10 | 6 | 0 | 4 | 3 | 8 | 8 | 9 | 8 |
| \bar{X} | 4.1 | 3.3 | 3.8 | 4.9 | 8.1 | 8.0 | 8.2 | 8.6 |
| sc | 42.9 | 46.1 | 47.6 | 40.9 | 8.9 | 8.0 | 7.6 | 4.4 |

GRUPO CONTROL

| Suj. | 0 ₂ | 0 ₄ | 0 ₆ | 0 ₈ | 0 ₁₀ | 0 ₁₂ | 0 ₁₄ | 0 ₁₆ |
|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 11 | 7 | 7 | 6 | 7 | 6 | 7 | 7 | 7 |
| 12 | 1 | 3 | 3 | 1 | 2 | 4 | 3 | 2 |
| 13 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 14 | 4 | 3 | 4 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 15 | 8 | 6 | 7 | 8 | 8 | 8 | 9 | 9 |
| 16 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 |
| 17 | 2 | 3 | 5 | 6 | 7 | 6 | 7 | 9 |
| 18 | 5 | 6 | 6 | 5 | 7 | 6 | 8 | 9 |
| 19 | 3 | 5 | 5 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 |
| 20 | 6 | 6 | 7 | 9 | 9 | 8 | 9 | 8 |
| \bar{X} | 4.2 | 4.6 | 5.0 | 5.2 | 5.5 | 5.6 | 6.1 | 6.3 |
| sc | 53.6 | 26.4 | 24.0 | 59.6 | 52.5 | 30.4 | 44.9 | 58.1 |

El análisis estadístico lo realizaré en tres momentos:

- 1) Análisis estadístico para el grupo Experimental.
- 2) Análisis estadístico para el grupo Control.
- 3) Análisis estadístico para ambos grupos.

ANALISIS DEL GRUPO EXPERIMENTAL**GRAFICA DEL GRUPO EXPERIMENTAL CON BASE EN LA MEDIA.**

Utilizando la prueba de Rango de Duncan con la siguiente fórmula:

$$Se = \sqrt{\frac{sc_1 + sc_2 + sc_3}{r(n-1)}}$$

Donde $sc = \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}$

Sustituyendo:

$$Se = \sqrt{\frac{42.9 + 46.1 + 47.6 + 40.9 + 8.9 + 8 + 7.6 + 4.4}{8(10 - 1)}}$$

$$Se = \sqrt{\frac{206.4}{72}} = \sqrt{2.866}$$

$$Se = 1.692$$

Se obtienen los rp al 5% con $g1 = N - r$, $g1 = 10 - 8 = 2$, que son:

| | | | |
|----------|------|----------|------|
| $rp_8 =$ | 6.09 | $rp_4 =$ | 6.09 |
| $rp_7 =$ | 6.09 | $rp_3 =$ | 6.09 |
| $rp_6 =$ | 6.09 | $rp_2 =$ | 6.09 |
| $rp_5 =$ | 6.09 | | |

Se obtienen los Rp :

$$Rp_8 = Se \cdot rp_8 \sqrt{1/n}$$

$$Rp_8 = (1.692) (6.09) \sqrt{1/10}$$

$$Rp_8 = 3.258$$

Como los demás rp son iguales no es necesario calcular los restantes Rp .

Las medias ordenadas de mayor a menor para su comparación son:

$$\bar{X}_{15} = 8.6$$

$$\bar{X}_{13} = 8.2$$

$$\bar{X}_9 = 8.1$$

$$\bar{X}_{11} = 8.0$$

$$\bar{X}_7 = 4.9$$

$$\bar{X}_1 = 4.1$$

$$\bar{X}_5 = 3.8$$

$$\bar{X}_3 = 3.3$$

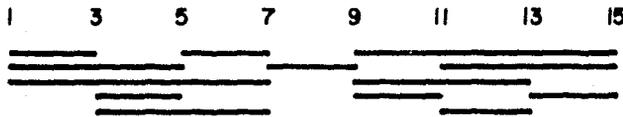
Entonces tenemos que:

- 1.- $\bar{X}_{15} (8.6) - \bar{X}_3 (3.3) = 5.3 > R_{p_8} (3.258)$ Si hay diferencia significativa
- 2.- $\bar{X}_{15} (8.6) - \bar{X}_5 (3.8) = 4.8 > R_{p_7} (3.258)$ Si hay diferencia significativa
- 3.- $\bar{X}_{15} (8.6) - \bar{X}_1 (4.1) = 4.5 > R_{p_6} (3.258)$ Si hay diferencia significativa
- 4.- $\bar{X}_{15} (8.6) - \bar{X}_7 (4.9) = 3.7 > R_{p_5} (3.258)$ Si hay diferencia significativa
- 5.- $\bar{X}_{15} (8.6) - \bar{X}_{11} (8.0) = 0.6 < R_{p_4} (3.258)$ No hay diferencia significativa
- 6.- $\bar{X}_{15} (8.6) - \bar{X}_9 (8.1) = 0.5 < R_{p_3} (3.258)$ No hay diferencia significativa
- 7.- $\bar{X}_{15} (8.6) - \bar{X}_{13} (8.2) = 0.4 < R_{p_2} (3.258)$ No hay diferencia significativa
- 8.- $\bar{X}_{13} (8.2) - \bar{X}_3 (3.3) = 4.9 > R_{p_7} (3.258)$ Si hay diferencia significativa
- 9.- $\bar{X}_{13} (8.2) - \bar{X}_5 (3.8) = 4.4 > R_{p_6} (3.258)$ Si hay diferencia significativa
- 10.- $\bar{X}_{13} (8.2) - \bar{X}_1 (4.1) = 4.1 > R_{p_5} (3.258)$ Si hay diferencia significativa
- 11.- $\bar{X}_{13} (8.2) - \bar{X}_7 (4.9) = 3.3 > R_{p_4} (3.258)$ Si hay diferencia significativa
- 12.- $\bar{X}_{13} (8.2) - \bar{X}_{11} (8.0) = 0.2 < R_{p_3} (3.258)$ No hay diferencia significativa

- 13.- $\bar{X}_{13} (8.2) - \bar{X}_9 (8.1) = 0.1 < R_{p_2} (3.258)$ No hay diferencia significativa
- 14.- $\bar{X}_9 (8.1) - \bar{X}_3 (3.3) = 4.8 > R_{p_6} (3.258)$ Si hay diferencia significativa
- 15.- $\bar{X}_9 (8.1) - \bar{X}_5 (3.8) = 4.3 > R_{p_5} (3.258)$ Si hay diferencia significativa
- 16.- $\bar{X}_9 (8.1) - \bar{X}_1 (4.1) = 4.0 > R_{p_4} (3.258)$ Si hay diferencia significativa
- 17.- $\bar{X}_9 (8.1) - \bar{X}_7 (4.9) = 3.2 < R_{p_3} (3.258)$ No hay diferencia significativa
- 18.- $\bar{X}_9 (8.1) - \bar{X}_{11} (8.0) = 0.1 < R_{p_2} (3.258)$ No hay diferencia significativa
- 19.- $\bar{X}_{11} (8.0) - \bar{X}_3 (3.3) = 4.7 > R_{p_5} (3.258)$ Si hay diferencia significativa
- 20.- $\bar{X}_{11} (8.0) - \bar{X}_5 (3.8) = 4.2 > R_{p_4} (3.258)$ Si hay diferencia significativa
- 21.- $\bar{X}_{11} (8.0) - \bar{X}_1 (4.1) = 3.9 > R_{p_3} (3.258)$ Si hay diferencia significativa
- 22.- $\bar{X}_{11} (8.0) - \bar{X}_7 (4.9) = 3.1 > R_{p_2} (3.258)$ Si hay diferencia significativa
- 23.- $\bar{X}_7 (4.9) - \bar{X}_3 (3.3) = 1.6 < R_{p_4} (3.258)$ No hay diferencia significativa

Al no existir diferencia significativa entre $\bar{X}_7 - \bar{X}_3$ no es necesario establecer las otras diferencias ya que no serán significativas.

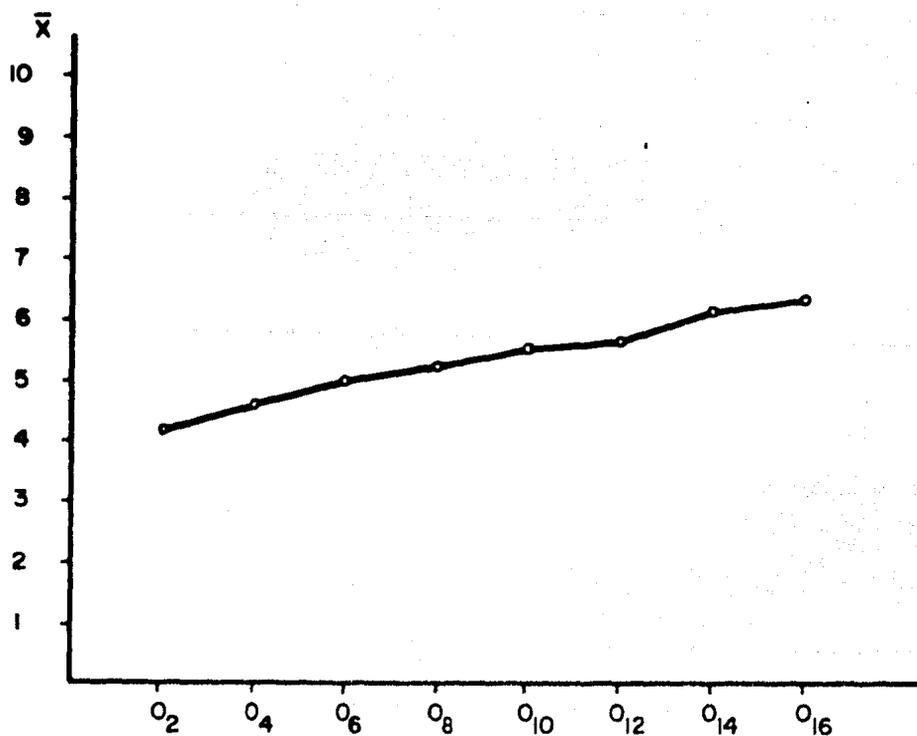
REPRESENTACION GRAFICA



Por lo que se puede aceptar H_1 y rechazar H_0 , debido a que a partir de la aplicación de la variable independiente (curso de preparación - de exámenes) las puntuaciones de los sujetos aumentaron y su diferencia es estadísticamente significativa.

ANALISIS DEL GRUPO CONTROL

GRAFICA DEL GRUPO CONTROL CON BASE EN LA MEDIA



Sustituyendo:

$$Se = \sqrt{\frac{53.6 + 26.4 + 24 + 59.6 + 52.5 + 30.4 + 44.9 + 58.1}{8(10 - 1)}}$$

$$Se = \sqrt{\frac{349.5}{72}} = \sqrt{4.854}$$

$$Se = 2.203$$

Los rp al 5% y los grados de libertad para el grupo control son los mismos que para el grupo experimental, por lo tanto sólo hay que obtener el Rp_8 ya que los demás serán iguales.

$$Rp_8 = (2.203) (6.09) \sqrt{1/10}$$

$$Rp_8 = (13.41627) (0.3162)$$

$$Rp_8 = 4.242$$

Las medias ordenadas de mayor a menor para su comparación son:

$$\begin{aligned} \bar{x}_{16} &= 6.3 \\ \bar{x}_{14} &= 6.1 \\ \bar{x}_{12} &= 5.6 \\ \bar{x}_{10} &= 5.5 \\ \bar{x}_8 &= 5.2 \\ \bar{x}_6 &= 5.0 \\ \bar{x}_4 &= 4.6 \\ \bar{x}_2 &= 4.2 \end{aligned}$$

Entonces:

$\bar{X}_{16} (6.3) - \bar{X}_2 (4.2) = 2.1 < R_{p_8} (4.242)$ no hay diferencia - significativa .

Al no existir diferencia significativa entre las medias extremas no es necesario establecer las otras diferencias ya que no serán significativas.

REPRESENTACION GRAFICA

2 4 6 8 10 12 14 16

Por lo que se puede decir que los cambios en las puntuaciones se deben a fluctuaciones al azar.

Sustituyendo para ambos grupos:

$$Se = \sqrt{\frac{42.9+46.1+47.6+40.9+8.9+8+7.6+4.4+53.6+26.4+24+59.6+52.5+30.4+44.9+58.1}{16 (10 - 1)}}$$

$$Se = \sqrt{\frac{555.9}{144}} = \sqrt{3.860}$$

$$Se = 1.964$$

Se obtienen los r_p al 5% con $gl = N - r = 20 - 16 = 4$, que son:

| | |
|------------------|---------------|
| $rp_{16} = 4.02$ | $rp_8 = 4.02$ |
| $rp_{15} = 4.02$ | $rp_7 = 4.02$ |
| $rp_{14} = 4.02$ | $rp_6 = 4.02$ |
| $rp_{13} = 4.02$ | $rp_5 = 4.02$ |
| $rp_{12} = 4.02$ | $rp_4 = 4.02$ |
| $rp_{11} = 4.02$ | $rp_3 = 4.01$ |
| $rp_{10} = 4.02$ | $rp_2 = 3.93$ |
| $rp_9 = 4.02$ | |

En este caso es necesario obtener sólo los Rp_{16} , Rp_3 y Rp_2 , ya que del Rp_4 al Rp_{16} , el valor de rp es el mismo.

$$Rp_{16} = Se \cdot rp_{16} \cdot \sqrt{1/n}$$

$$Rp_{16} = (1.964) (4.02) \sqrt{1/10}$$

$$Rp_{16} = (7.89528) (0.3162)$$

$$Rp_{16} = 2.496$$

$$Rp_3 = (1.964) (4.01) (0.3162)$$

$$Rp_3 = 2.490$$

$$Rp_2 = (1.964) (3.93) (0.3162)$$

$$Rp_2 = 2.440$$

Las medias ordenadas de mayor a menor para su comparación son:

$$\bar{x}_{15} = 8.6$$

$$\bar{x}_{13} = 8.2$$

$$\bar{x}_9 = 8.1$$

$$\bar{x}_{11} = 8.0$$

$$\bar{x}_{16} = 6.3$$

$$\bar{x}_{14} = 6.1$$

$$\bar{x}_{12} = 5.6$$

$$\bar{x}_{10} = 5.5$$

$$\bar{x}_8 = 5.2$$

$$\bar{x}_6 = 5.0$$

$$\bar{x}_7 = 4.9$$

$$\bar{x}_4 = 4.6$$

$$\bar{x}_2 = 4.2$$

$$\bar{x}_1 = 4.1$$

$$\bar{x}_5 = 3.8$$

$$\bar{x}_3 = 3.3$$

Entonces:

1. $\bar{X}_{15} (8.6) - \bar{X}_3 (3.3) = 5.3 > R_{p16} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
2. $\bar{X}_{15} (8.6) - \bar{X}_5 (3.8) = 4.8 > R_{p15} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
3. $\bar{X}_{15} (8.6) - \bar{X}_1 (4.1) = 4.5 > R_{p14} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
4. $\bar{X}_{15} (8.6) - \bar{X}_2 (4.2) = 4.4 > R_{p13} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
5. $\bar{X}_{15} (8.6) - \bar{X}_4 (4.6) = 4.0 > R_{p12} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
6. $\bar{X}_{15} (8.6) - \bar{X}_7 (4.9) = 3.7 > R_{p11} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
7. $\bar{X}_{15} (8.6) - \bar{X}_6 (5.0) = 3.6 > R_{p10} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
8. $\bar{X}_{15} (8.6) - \bar{X}_8 (5.2) = 3.4 > R_{p9} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
9. $\bar{X}_{15} (8.6) - \bar{X}_{10} (5.5) = 3.1 > R_{p8} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
10. $\bar{X}_{15} (8.6) - \bar{X}_{12} (5.6) = 3.0 > R_{p7} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
11. $\bar{X}_{15} (8.6) - \bar{X}_{14} (6.1) = 2.5 > R_{p6} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
12. $\bar{X}_{15} (8.6) - \bar{X}_{16} (6.3) = 2.3 < R_{p5} (2.496)$ No hay diferencia significativa
13. $\bar{X}_{15} (8.6) - \bar{X}_{11} (8.0) = 0.6 < R_{p4} (2.496)$ No hay diferencia significativa
14. $\bar{X}_{15} (8.6) - \bar{X}_9 (8.1) = 0.5 < R_{p3} (2.490)$ No hay diferencia significativa
15. $\bar{X}_{15} (8.6) - \bar{X}_{13} (8.2) = 0.4 < R_{p2} (2.440)$ No hay diferencia significativa
16. $\bar{X}_{13} (8.2) - \bar{X}_3 (3.3) = 4.9 > R_{p15} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
17. $\bar{X}_{13} (8.2) - \bar{X}_5 (3.8) = 4.4 > R_{p14} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
18. $\bar{X}_{13} (8.2) - \bar{X}_1 (4.1) = 4.1 > R_{p13} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
19. $\bar{X}_{13} (8.2) - \bar{X}_2 (4.2) = 4.0 > R_{p12} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
20. $\bar{X}_{13} (8.2) - \bar{X}_4 (4.6) = 3.6 > R_{p11} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
21. $\bar{X}_{13} (8.2) - \bar{X}_7 (4.9) = 3.3 > R_{p10} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
22. $\bar{X}_{13} (8.2) - \bar{X}_6 (5.0) = 3.2 > R_{p9} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
23. $\bar{X}_{13} (8.2) - \bar{X}_8 (5.2) = 3.0 > R_{p8} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
24. $\bar{X}_{13} (8.2) - \bar{X}_{10} (5.5) = 2.7 > R_{p7} (2.496)$ Si hay diferencia significativa

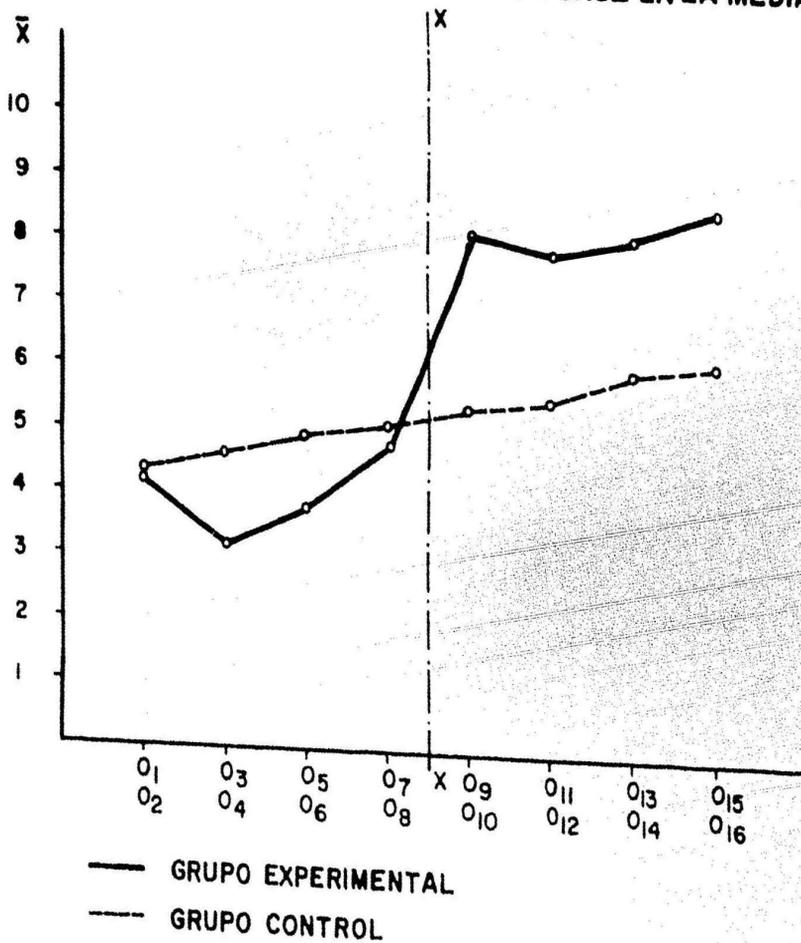
25. $\bar{X}_{13} (8.2) - \bar{X}_{12} (5.6) = 2.6 > R_{p_6} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
26. $\bar{X}_{13} (8.2) - \bar{X}_{14} (6.1) = 2.1 < R_{p_5} (2.496)$ No hay diferencia significativa
27. $\bar{X}_{13} (8.2) - \bar{X}_{16} (6.3) = 1.9 < R_{p_4} (2.496)$ No hay diferencia significativa
28. $\bar{X}_{13} (8.2) - \bar{X}_{11} (8.0) = 0.2 < R_{p_3} (2.490)$ No hay diferencia significativa
29. $\bar{X}_{13} (8.2) - \bar{X}_9 (8.1) = 0.1 < R_{p_2} (2.440)$ No hay diferencia significativa
30. $\bar{X}_9 (8.1) - \bar{X}_3 (3.3) = 4.8 > R_{p_{14}} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
31. $\bar{X}_9 (8.1) - \bar{X}_5 (3.8) = 4.3 > R_{p_{13}} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
32. $\bar{X}_9 (8.1) - \bar{X}_1 (4.1) = 4.0 > R_{p_{12}} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
33. $\bar{X}_9 (8.1) - \bar{X}_2 (4.2) = 3.9 > R_{p_{11}} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
34. $\bar{X}_9 (8.1) - \bar{X}_4 (4.6) = 3.5 > R_{p_{10}} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
35. $\bar{X}_9 (8.1) - \bar{X}_7 (4.9) = 3.2 > R_{p_9} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
36. $\bar{X}_9 (8.1) - \bar{X}_6 (5.0) = 3.1 > R_{p_8} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
37. $\bar{X}_9 (8.1) - \bar{X}_8 (5.2) = 2.9 > R_{p_7} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
38. $\bar{X}_9 (8.1) - \bar{X}_{10} (5.5) = 2.6 > R_{p_6} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
39. $\bar{X}_9 (8.1) - \bar{X}_{12} (5.6) = 2.5 > R_{p_5} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
40. $\bar{X}_9 (8.1) - \bar{X}_{14} (6.1) = 2.0 < R_{p_4} (2.496)$ No hay diferencia significativa
41. $\bar{X}_9 (8.1) - \bar{X}_{16} (6.3) = 1.8 < R_{p_3} (2.490)$ No hay diferencia significativa
42. $\bar{X}_9 (8.1) - \bar{X}_{11} (8.0) = 0.1 < R_{p_2} (2.440)$ No hay diferencia significativa
43. $\bar{X}_{11} (8.0) - \bar{X}_3 (3.3) = 4.7 > R_{p_{13}} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
44. $\bar{X}_{11} (8.0) - \bar{X}_5 (3.8) = 4.2 > R_{p_{12}} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
45. $\bar{X}_{11} (8.0) - \bar{X}_1 (4.1) = 3.9 > R_{p_{11}} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
46. $\bar{X}_{11} (8.0) - \bar{X}_2 (4.2) = 3.8 > R_{p_{10}} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
47. $\bar{X}_{11} (8.0) - \bar{X}_4 (4.6) = 3.4 > R_{p_9} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
48. $\bar{X}_{11} (8.0) - \bar{X}_7 (4.9) = 2.1 > R_{p_8} (2.496)$ Si hay diferencia significativa

49. $\bar{x}_{11}(8.0) - \bar{x}_6(5.0) = 3.0 > R_{p7} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
50. $\bar{x}_{11}(8.0) - \bar{x}_8(5.2) = 2.8 > R_{p6} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
51. $\bar{x}_{11}(8.0) - \bar{x}_{10}(5.5) = 2.5 > R_{p5} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
52. $\bar{x}_{11}(8.0) - \bar{x}_{12}(5.6) = 2.4 < R_{p4} (2.496)$ No hay diferencia significativa
53. $\bar{x}_{11}(8.0) - \bar{x}_{14}(6.1) = 1.9 < R_{p3} (2.490)$ No hay diferencia significativa
54. $\bar{x}_{11}(8.0) - \bar{x}_{16}(6.3) = 1.7 < R_{p2} (2.440)$ No hay diferencia significativa
55. $\bar{x}_{16}(6.3) - \bar{x}_3(3.3) = 3.0 > R_{p12} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
56. $\bar{x}_{16}(6.3) - \bar{x}_5(3.8) = 2.5 > R_{p11} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
57. $\bar{x}_{16}(6.3) - \bar{x}_1(4.1) = 2.2 < R_{p10} (2.496)$ No hay diferencia significativa
58. $\bar{x}_{16}(6.3) - \bar{x}_2(4.2) = 2.1 < R_{p9} (2.496)$ No hay diferencia significativa
59. $\bar{x}_{16}(6.3) - \bar{x}_4(4.6) = 1.7 < R_{p8} (2.496)$ No hay diferencia significativa
60. $\bar{x}_{16}(6.3) - \bar{x}_7(4.9) = 1.4 < R_{p7} (2.496)$ No hay diferencia significativa
61. $\bar{x}_{16}(6.3) - \bar{x}_6(5.0) = 1.3 < R_{p6} (2.496)$ No hay diferencia significativa
62. $\bar{x}_{16}(6.3) - \bar{x}_8(5.2) = 1.1 < R_{p5} (2.496)$ No hay diferencia significativa
63. $\bar{x}_{16}(6.3) - \bar{x}_{10}(5.5) = 0.8 < R_{p4} (2.496)$ No hay diferencia significativa
64. $\bar{x}_{16}(6.3) - \bar{x}_{12}(5.6) = 0.7 < R_{p3} (2.490)$ No hay diferencia significativa
65. $\bar{x}_{16}(6.3) - \bar{x}_{14}(6.1) = 0.2 < R_{p2} (2.440)$ No hay diferencia significativa
66. $\bar{x}_{14}(6.1) - \bar{x}_3(3.3) = 2.8 > R_{p11} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
67. $\bar{x}_{14}(6.1) - \bar{x}_5(3.8) = 2.3 > R_{p10} (2.496)$ Si hay diferencia significativa
68. $\bar{x}_{14}(6.1) - \bar{x}_1(4.1) = 2.0 < R_{p9} (2.496)$ No hay diferencia significativa
69. $\bar{x}_{14}(6.1) - \bar{x}_2(4.2) = 1.9 < R_{p8} (2.496)$ No hay diferencia significativa
70. $\bar{x}_{14}(6.1) - \bar{x}_4(4.6) = 1.5 < R_{p7} (2.496)$ No hay diferencia significativa
71. $\bar{x}_{14}(6.1) - \bar{x}_7(4.9) = 1.2 < R_{p6} (2.496)$ No hay diferencia significativa
72. $\bar{x}_{14}(6.1) - \bar{x}_6(5.0) = 1.1 < R_{p5} (2.496)$ No hay diferencia significativa

Conclusiones:

1. Se puede afirmar que sí existe diferencia significativa entre las puntuaciones de los sujetos a partir de la aplicación de la variable independiente (Curso de Técnicas de Preparación de Exámenes) por lo que se acepta H_1 y se rechaza H_0 .
2. La diferencia de puntuación en el grupo control se debe a fluctuaciones al azar ya que los sujetos no estuvieron bajo la influencia de la variable independiente.

GRAFICA DE LOS DOS GRUPOS CON BASE EN LA MEDIA



CONCLUSIONES. ALGUNAS CONSIDERACIONES FINALES.

1. Los diseños cuasiexperimentales deben utilizarse cuando no es posible aplicar diseños experimentales, ya sea, porque sólo se pueda trabajar con grupos pre-establecidos, o porque el diseño experimental sea inadecuado para las necesidades de nuestra investigación.
2. Los diseños cuasiexperimentales sirven para poner a prueba hipótesis causales de investigación referentes al campo educativo, pero hay que estar concientes de las deficiencias que, en cuanto a validez interna y externa, presenta el diseño elegido, ya que los resultados arrojados pueden estar contaminados por las variables extrañas que afectan a una y otra.
3. Las mediciones realizadas en la implementación de diseños cuasiexperimentales pueden efectuarse en cualquier escala de medición, por lo que los datos pueden ser analizados estadísticamente utilizando pruebas paramétricas y pruebas no paramétricas.
4. Cabe mencionar la creciente necesidad que tiene el país, no sólo de formar investigadores en el campo de la educación, sino facilitar a éstos los medios para su práctica profesional, medios que debido a su viabilidad, permitan la presentación de alternativas a los problemas educativos, con un costo bajo y grandes posibilidades de éxito, cuestión que después de realizar mi estudio, creo que quedaría resuelta en parte con la implementación de diseños cuasiexperimentales, ya que éstos no precisan gastos excesivos ni de mucho personal, pudiéndose aplicar en cualquier medio escolar.

5. El estudio de este trabajo no sólo me permitió cumplir con un requisito administrativo, sino introducirme en un campo en el que poco se ha incursionado y que, a la vez, presenta grandes posibilidades de aprovechamiento. Independientemente de mi interés por seguir ahondando en el tema, propondría que se considerara la importancia de crear en el Colegio de Pedagogía, un Seminario de Investigación con el fin de profundizar en el estudio e implementación de los diseños cuasiexperimentales. Dicho seminario deberá impartirse a los alumnos de cuarto año, que hayan cursado alguna de las dos siguientes asignaturas: Pedagogía Experimental o Teoría y Práctica de la Investigación Sociopedagógica.

BIBLIOGRAFIA.

- BEST, JOHN W. Cómo investigar en educación; tr. por Gonzalo Gonzalvo Mainar; 2 ed. Madrid, Morata, 1972. XV-397 p. (Filosofía, psicología, pedagogía, s/n).
- BLALOCK, HUBERT M. Introducción a la investigación social; tr. por Leandro Wolfson. Buenos Aires, Amorrortu, 1971. 134 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. por Manuel Sacristán; 5 ed. Barcelona, Ariel, 1976. 955 p. (Convivium, 8).
- CAMPBELL, DONALD T. y JULIAN C. STANLEY. Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social; tr. por Mauricio Kitaigorodski. Buenos Aires, Amorrortu, 1973. 158 p.
- CAMPBELL, DONALD T. "Reforms as experiments". En American psychologist, - Washington, American Psychologist Association, v. 24, n. 4, abril, 1969: 409-429.
- DURAN RAMOS, TERESITA DEL NIÑO JESUS. Necesidad de utilizar la estadística no paramétrica en la investigación pedagógica. México, Tesina - UNAM, 1978. 39 p.
- HEMPEL, CARL G. Filosofía de la ciencia natural; tr. por Alfredo Deaño; 2 ed. Madrid, Alianza Editorial, 1976. 168 p. (Alianza universidad, 47).
- HERNANDEZ MICHEL, SUSANA. "Investigación en ciencias de la educación". En Deslinde, México, UNAM, n. 19, sin fecha: 3-19.
- LINDEMAN, RICHARD H. Tratado de medición educacional; tr. por Elvira Rissech de Wiñar. Buenos Aires, Paidós, 1971. 218 p. (Biblioteca del educador contemporáneo, serie mayor, 16).
- KERLINGER, FRED N. Investigación del comportamiento. Técnicas y metodología; tr. por Vicente Agut Armer. México, Interamericana, 1975. - XIX-773 p.
- McGUIGAN, F. J. Psicología experimental. Enfoque metodológico; tr. por Ana María Fabre; 2 ed. México, Trillas, 1976. 460 p. (Biblioteca técnica de psicología, s/n).
- PLUTCHIK, ROBERT. Fundamentos de investigación experimental; tr. por Graciela Rodríguez; 2 ed. México, Harla, 1976. 296 p.

- QUEZADA, ROCIO. "La investigación educativa". En Deslinde, México, UNAM, n. 23, sin fecha: 2-10.
- SIEGEL, SIDNEY. Estadística no paramétrica. Aplicada a las ciencias de la conducta; tr. por Javier Aguilar; 2 ed. México, Trillas, 1976. - 346 p. (Biblioteca técnica de psicología, s/n).
- VAN DALEN, DEOBOLD B. y WILLIAM J. MEYER. Manual de técnica de la investigación educacional; tr. por Oscar Muslera. Buenos Aires, Paidós, - 1971. 542 p. (Biblioteca del educador contemporáneo, serie fundamental, 2).

ANEXO 1

1. Denominación del experimento (1):

Evaluación de una técnica de estudio específica para los alumnos de la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M.

2. Revisión de antecedentes.

En la Facultad de Ingeniería se han venido realizando varias investigaciones experimentales desde 1974, pero hasta este momento no se ha implementado ninguna con esta tendencia *.

3. Planteamiento del problema.

¿Es posible mejorar los hábitos de estudio de los alumnos de la Facultad de Ingeniería mediante un curso de técnicas de estudio, donde se les enseñe una técnica de estudio específica?

4. Planteamiento de la hipótesis central.

Si los alumnos de la Facultad de Ingeniería llevan el curso de técnicas básicas de estudio, entonces mejorarán sus hábitos de estudio.

5. Definición de variables.

Variable independiente.-Curso de técnicas básicas de estudio, que imparte el CESEFI.

Variable dependiente.- Hábitos de estudio de los alumnos de la Facultad de Ingeniería.

6. Identificación de aparatos e instrumentos.

El instrumento de medición será un inventario de hábitos de estudio que mida 50 rasgos en cinco respuestas probables con la siguiente cuantificación:

Determinante positivo = + 2
Positivo no determinante = + 1
Indiferente = 0
Negativo no determinante = -1
Determinante negativo = -2

Este instrumento se utilizará como pretest y posttest. No se utilizarán aparatos.

(1) Ibidem, 84-98.

* Como sólo son ejemplos de investigaciones no se presenta un estudio detallado en cuanto a la revisión de antecedentes.

7. Selección del diseño.

Como se desea saber si los hábitos de estudio de los alumnos mejoran a partir de la aplicación de la variable independiente, el diseño más idóneo para esta investigación es el diseño cuasiexperimental de series cronológicas.

$$O_1 \quad O_2 \quad O_3 \quad O_4 \quad X \quad O_5 \quad O_6 \quad O_7 \quad O_8$$

8. Control de variables extrañas.

Sólo se cuenta con un grupo reducido de sujetos para implementar el diseño, pero serán seleccionados al azar.

Otras variables, como por ejemplo: el ruido, etc., serán asignados como variables en caso de que no se puedan eliminar de la situación experimental.

Las deficiencias de este diseño en cuanto a validez interna y externa se muestran en capítulo tercero de este trabajo.

9. Selección y asignación de sujetos a los grupos.

Universo: todos los alumnos inscritos en la Facultad de Ingeniería --- (10,000 alumnos).

Muestra: 10 sujetos (0.1% del universo).

La selección se realizará al azar para seleccionar 10 sujetos, los cuales formarán el grupo experimental que es el único que requiere el diseño.

10. Procedimiento del diseño.

Durante dos semestres los 10 alumnos serán expuestos al pretest en cuatro ocasiones diferentes, después participarán en el curso de técnicas de estudio, y nuevamente serán sometidos al posttest durante cuatro ocasiones más en los dos siguientes semestres.

11. Tratamiento estadístico*.

Se analizarán los datos mediante la prueba paramétrica de Rango de Duncan.

12. Inferencia de las conclusiones a la hipótesis.

No existe diferencia significativa entre las puntuaciones de los sujetos por lo que:

Se acepta H_0 y se rechaza H_1 .

13. Generalización y probabilidad de los resultados.

No se pueden generalizar los resultados, porque sólo se trabajó con una muestra reducida.

* Ver págs. 65-70 de este trabajo.

8. Control de variables extrañas.

Solo se cuenta con un grupo reducido de sujetos para implementar el diseño, los cuales serán seleccionados al azar.

Otras variables serán asignadas como variables en caso de que no puedan ser eliminadas de la situación experimental.*

9. Selección y asignación de sujetos a los grupos.

Universo: Todos los alumnos de la Facultad de Ingeniería (10,000 alumnos).

Muestra: 20 sujetos (0.2% del universo). Se seleccionarán al azar 20 alumnos los cuales formarán dos grupos; uno experimental y otro control.

Para decidir qué grupo será el experimental y cuál el control, el investigador lo controlará al azar.

10. Procedimiento del diseño.

Durante un semestre, los alumnos serán expuestos a cuatro ciclos de exámenes, en los cuales irá incluido el pretest, después el grupo experimental -- participará en el curso de preparación de exámenes y nuevamente los dos grupos serán sometidos al postest durante cuatro ocasiones más en el siguiente semestre.

11. Tratamiento estadístico **

Se analizarán los datos mediante la prueba paramétrica de Rango de Duncan.

12. Inferencia de las conclusiones a la hipótesis.

Si existen diferencias significativas entre las puntuaciones de los sujetos a partir de la aplicación de la variable independiente por lo que:

Se acepta H_1 y se rechaza H_0 .

13. Generalización y probabilidad de los resultados.

Los resultados no pueden generalizarse al universo, ya que se experimentó con una muestra reducida, además de la escasa validez externa del diseño.

* Ver el capítulo tercero, donde se muestran las deficiencias de este diseño.
 ** Ver págs. 70-85 de este trabajo.

ANEXO 3

1. Denominación del problema.

Experiencia de aprendizaje en el área de construcción.

2. Revisión de antecedentes.

Se han implementado experiencias similares en diversas áreas de conocimiento, en la Facultad de Ingeniería.

3. Planteamiento del problema.

¿Es posible mejorar el rendimiento escolar de los alumnos de la asignatura de construcción I, utilizándose una metodología diferente de trabajo en clase?

4. Planteamiento de la hipótesis central.

Si en la asignatura de construcción I, se utiliza como metodología de trabajo el método de proyectos en vez del método tradicional que se sigue, entonces los alumnos lograrán un mayor rendimiento escolar.

5. Definición de variables.

Variable independiente.- Método de proyectos de John Dewey.

Variable dependiente.- Rendimiento escolar (calificaciones).

6. Identificación de aparatos e instrumentos.

Como instrumento de medición se utilizará un examen, con 10 preguntas que servirá como pretest y postest.

7. Selección del diseño.

El diseño más idóneo para esta investigación es el diseño cuasiexperimental de grupo de control no equivalente.

$$\begin{array}{ccc} O_1 & X & O_3 \\ \hline O_2 & & O_4 \end{array}$$

8. Control de variables extrañas.

Solo se cuenta con un grupo reducido de sujetos para implementar el diseño, los cuales serán seleccionados al azar.

Otras variables serán asignadas como variables en caso de que no puedan ser eliminadas de la situación experimental. *

* Ver el capítulo tercero, donde se muestran las diferencias de este diseño.

9. Selección y asignación de sujetos a los grupos.

Universo: Todos los alumnos inscritos en la asignatura de construcción I -- (400 alumnos)

Muestra: 20 sujetos (5% del universo). Se seleccionarán al azar dos grupos ya preestablecidos, de los cuales se elegirán 10 alumnos de cada grupo.

Para decidir qué grupo será el experimental y cuál el control, el investigador lo controlará al azar.

10. Procedimiento del diseño.

Los dos grupos cursarán la asignatura de construcción I, el grupo experimental bajo el método de proyectos y el grupo control bajo el método tradicional que se sigue actualmente. A los sujetos de ambos grupos se les aplicará un pretest y un postest.

11. Tratamiento estadístico*.

Se analizarán los datos mediante las pruebas paramétricas: t de student y -- prueba A.

12. Inferencia de las conclusiones a la hipótesis.

Si existen diferencias significativas entre las mediciones $O_1 - O_2 - O_3 - O_4$, por lo que:

Se acepta H_1 y se rechaza H_0 .

13. Generalización y probabilidad de los resultados.

Los resultados no pueden ser generalizados al universo, ya que se experimentó con una muestra reducida. Además de las deficiencias de validez externa del diseño.

* Ver págs. 54-59 de este trabajo.

ANEXO 4

1. Denominación del problema.

Evaluación de un curso de resolución de problemas matemáticos.

2. Revisión de antecedentes.

No se ha implementado ningún experimento con estas características en la Facultad de Ingeniería.

3. Planteamiento del problema.

¿Es posible mejorar el rendimiento escolar de los alumnos de la asignatura de matemáticas I, mediante un curso de técnicas de resolución de problemas matemáticos?

4. Planteamiento de la hipótesis central.

Si los alumnos de la Facultad de Ingeniería que están inscritos en la asignatura de matemáticas I, llevan el curso de técnicas de resolución de problemas matemáticos, entonces obtendrán un mayor rendimiento escolar.

5. Definición de variables.

Variables independiente.- Curso de resolución de problemas matemáticos que imparta el CESEFI.

Variable dependiente.- Rendimiento escolar (calificaciones).

6. Identificación de aparatos e instrumentos.

Como instrumento de medición se utilizará un examen con 20 problemas matemáticos que servirá como pretest y postest.

7. Selección del diseño.

El diseño más idóneo para esta investigación es el diseño cuasiexperimental de muestra separada pretest - postest en la modalidad A.

$$\begin{array}{r} R \quad O_1 \quad (X) \\ R \quad \quad X \quad O_2 \end{array}$$

8. Control de variables extrañas.

Al tratarse de implementar el diseño en una sola asignatura, se elegirá al azar a los sujetos de un grupo para formar subgrupos, por lo que sí se realizará una selección aleatoria.

Otras variables serán asignadas como variables en caso de que no puedan ser eliminados de la situación experimental *.

9. Selección y asignación de los sujetos.

Universo: Todos los alumnos inscritos en la asignatura de matemáticas I -- (1,000 alumnos).

Muestra: 20 sujetos (2 % del universo). Se elegirá un grupo al azar, y de -- los sujetos que lo integran serán seleccionados al azar 20 para formar dos - subgrupos de 10 sujetos cada uno.

También al azar se elegirá que subgrupo estará bajo los efectos de la variable independiente.

10. Procedimiento del diseño.

Al primer subgrupo se le aplicará el pretest, tiempo después sería sometido a una conferencia sobre la técnica de resolución de problemas.

Al mismo tiempo el segundo subgrupo llevaría un curso práctico y al finali-- zarlo se les aplicaría el postest.

11. Tratamiento estadístico *★

Se analizarán los datos mediante la prueba no paramétrica de Moses de rela-- ciones extremas.

12. Inferencia de las conclusiones a la hipótesis.

Si existen diferencias significativas entre las mediciones O_1 — O_2 , por lo que:

Se acepta H_1 y se rechaza H_0 .

13. Generalización y probabilidad de los resultados.

Los resultados no pueden ser generalizados al universo, ya que se experimen-- tó con una muestra reducida.

* Ver capítulo tercero, donde se muestran las deficiencias de este diseño.

*★ Ver págs. 42 - 45 de este trabajo.

ANEXO 5

1. Denominación del problema.

Evaluación de un curso de resolución de problemas matemáticos.

2. Revisión de antecedentes.

No se ha implementado ningún experimento con estas características en la Facultad de Ingeniería.

3. Planteamiento del problema.

¿Es posible mejorar el rendimiento escolar de los alumnos de la asignatura - de matemáticas I, mediante un curso de técnicas de resolución de problemas - matemáticos?

4. Planteamiento de la hipótesis central.

Si los alumnos de la Facultad de Ingeniería que están inscritos en la asignatura de matemáticas I, llevan el curso de técnicas de resolución de problemas matemáticos, entonces obtendrán un mayor rendimiento escolar.

5. Definición de variables.

Variable independiente.- Curso de resolución de problemas matemáticos que imparta el CESEFI.

Variable dependiente.- Rendimiento escolar (calificaciones).

6. Identificación de aparatos e instrumentos.

Como instrumento de medición se utilizará un examen con 10 problemas matemáticos que servirá como pretest y postest.

7. Selección del diseño.

El diseño más idóneo para esta investigación es el diseño cuasiexperimental de muestra separada pretest - postest en la modalidad B.

| | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| R_1 | O_1 | (X) | |
| R_2 | | X | O_2 |
| <hr/> | | | |
| R_1 | | O_3 | (X) |
| R_2 | | X | O_4 |

8. Control de variables extrañas.

Al tratarse de implementar el diseño en una sola asignatura, se elegirá al azar a los sujetos de un grupo para formar subgrupos, por lo que sí se realizará una selección al azar.

Otras variables serán asignadas como variables en caso de que no puedan ser - eliminadas de la situación experimental *.

9. Selección y asignación de sujetos.

Universo: Todos los alumnos inscritos en la asignatura de matemáticas I --- (1,000 alumnos).

Muestra: 10 sujetos (1 % del universo). Se elegirá un grupo al azar, y de los sujetos que lo integran serán seleccionados al azar 10 para formar dos subgrupos de 5 sujetos cada uno. También al azar se elegirá qué subgrupo estará bajo los efectos de la variable independiente.

10. Procedimiento del diseño.

Al primer subgrupo se le aplicaría el pretest, tiempo después sería sometido a una conferencia sobre la técnica de resolución de problemas, al mismo tiempo el segundo subgrupo llevaría un curso práctico, y al finalizarlo se les -- aplicaría el postest. El ciclo experimental se repetiría una vez más.

11. Tratamiento estadístico.* *

Se analizarán los datos mediante la prueba no paramétrica de la probabilidad exacta de Fisher.

12. Inferencia de las conclusiones a la hipótesis.

No existen diferencias significativas entre las mediciones 0_1+0_3 --- 0_2+0_4 , por lo que:

Se acepta H_0 y se rechaza H_1 .

13. Generalización y probabilidad de los resultados.

No se pueden generalizar los resultados al universo, ya que se experimentó - con una muestra reducida.

* Ver capítulo tercero, donde se muestran las deficiencias de este diseño.

** Ver págs. 38 - 42 de este trabajo.

ANEXO 6

1. Denominación del problema.

Evaluación de un curso de observación para geólogos.

2. Revisión de antecedentes.

No se ha implementado ningún experimento con estas características en la Facultad de Ingeniería.

3. Planteamiento del problema.

¿ Es posible que los alumnos de la carrera de Ingeniería Geológica, detecten un número mayor de rasgos geológicos mediante un curso de observación, que les permita adquirir una técnica específica?

4. Planteamiento de la hipótesis central.

Si los alumnos de la carrera de Ingeniería Geológica llevan un curso de observación que les permita adquirir una técnica específica, entonces podrán detectar un número mayor de rasgos geológicos en - cuatro horas de observación.

5. Definición de variables.

Variable independiente.- Curso de observación que imparta el CESEFI

Variable dependiente.- Número de rasgos geológicos detectados.

6. Identificación de aparatos e instrumentos.

Como instrumento de medición, se utilizará una gafa de observación para detectar 100 rasgos geológicos y servirá como pretest y postest.

7. Selección del diseño.

El diseño más idóneo para esta investigación es el diseño cuasiexperimental de muestra separada pretest-postest en la modalidad C.

| | | |
|---|-------|-------|
| R | O_1 | (X) |
| R | O_2 | (X) |
| R | X | O_3 |

8. Control de variables extrañas.

De un grupo seleccionado al azar se elegirán al azar los sujetos para formar subgrupos, por lo que sí se realizará una selección aleatoria.

Otras variables serán asignadas como variables en caso de que no puedan ser eliminadas de la situación experimental *.

9. Selección y asignación de sujetos.

Universo: Todos los alumnos inscritos en la carrera de Ingeniería Geológica (500 alumnos).

Muestra: 30 sujetos (6% del universo). Se elegirá un grupo al azar y de los sujetos que lo integran serán seleccionados al azar 30 para formar tres subgrupos de 10 sujetos cada uno. También al azar se elegirá qué subgrupo estará bajo los efectos de la variable independiente.

10. Procedimiento del diseño.

Al primer subgrupo se le aplicaría el pretest, tiempo después al segundo subgrupo se le aplicaría el mismo pretest, más tarde, a los dos subgrupos se les daría una conferencia sobre la observación sistemática, y el tercer subgrupo participaría en ese momento en el curso práctico de observación, para más tarde, ser sometido al postest.

11. Tratamiento estadístico **

Se analizarán los datos, mediante la prueba no paramétrica de análisis de varianza de una clasificación por rangos de Kruskal - Wallis.

12. Inferencia de las conclusiones a la hipótesis.

No existen diferencias significativas entre las mediciones por lo que:

Se acepta H_0 y se rechaza H_1 .

13. Generalización y probabilidad de los resultados.

No se pueden generalizar los resultados al universo, ya que se experimentó, con una muestra reducida.

* Ver capítulo tercero, donde se muestran las deficiencias de este diseño.

* * Ver págs. 46-50 de este trabajo.

ANEXO 7

1. Denominación del problema.

Evaluación de un curso de observación para geólogos.

2. Revisión de antecedentes.

No se ha implementado ningún experimento con estas características en la Facultad de Ingeniería.

3. Planteamiento del problema.

¿Es posible que los alumnos de la carrera de Ingeniería Geológica, detecten un número mayor de rasgos geológicos mediante un curso de observación, que les permita adquirir una técnica específica?

4. Planteamiento de la hipótesis.

Si los alumnos de la carrera de Ingeniería Geológica llevan un curso de observación que les permita adquirir una técnica específica, entonces podrán detectar un número mayor de rasgos geológicos en 30 minutos de observación.

5. Definición de variables.

Variable independiente.- Curso de observación que imparte el CESEFI.

Variable dependiente.- Número de rasgos geológicos detectados.

6. Identificación de aparatos e instrumentos.

Como instrumento de medición se utilizará una guía de observación, para detectar 10 rasgos geológicos y servirá como pretest y postest.

7. Selección del diseño .

El diseño más idóneo para esta investigación, es el diseño cuasiexperimental de muestra separada pretest - postest en la modalidad D.

R O₁ X O₂

R X O₃

8. Control de variables extrañas.

De un grupo seleccionado al azar se elegirán a los sujetos para formar subgrupos, por lo que sí se realizará una asignación aleatoria.

Otras variables serán asignadas como variables en caso de que no puedan ser eliminados de la situación experimental.*

9. Selección y asignación de sujetos.

Universo: Todos los alumnos inscritos en la carrera de Ingeniería Geológica (500 alumnos).

Muestra: 20 sujetos (4 % del universo). Se elegirá un grupo al azar y de los sujetos que lo integran serán seleccionados al azar 20 sujetos para formar dos subgrupos de 10 sujetos cada uno. También al azar se elegirá el grupo que será sometido al pretest y al postest.

10. Procedimiento del diseño.

Al primer subgrupo se le someterá al pretest, tiempo después ambos subgrupos participarán en el curso de observación en forma simultánea y más tarde serán sometidos al postest.

11. Tratamiento estadístico.**

Se analizarán los datos mediante las pruebas paramétricas t de student y -- prueba A.

12. Inferencia de las conclusiones a la hipótesis.

Si existen diferencias significativas entre las mediciones $O_1 - O_2$ y $O_1 - O_3$, por lo que se acepta H_1 y se rechaza H_0 .

13. Generalización y probabilidad de los resultados.

Los resultados no pueden generalizarse al universo ya que se experimentó, - con una muestra reducida.

* Ver capítulo tercero, donde se muestran las deficiencias del diseño.
 ** Ver págs. 60-64 de este trabajo.

ANEXO 8

1. Denominación del problema.

Evaluación de un curso de lectura de estudio.

2. Revisión de antecedentes.

No se ha implementado ningún experimento con estas características en la Facultad de Ingeniería.

3. Planteamiento del problema.

¿Es posible mejorar el rendimiento escolar de los alumnos de la Facultad de Ingeniería, mediante un curso de técnicas de lectura de estudio?

4. Planteamiento de la hipótesis.

Si los alumnos de ingeniería llevan un curso de lectura de estudio, entonces obtendrán un mayor rendimiento escolar.

5. Definición de variables.

Variable independiente.- Curso de técnicas de lectura de estudio que imparte el CESEFI.

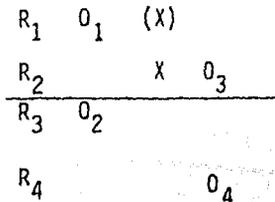
Variable dependiente.- Rendimiento escolar (calificaciones).

6. Identificación de aparatos e instrumentos.

Como instrumento de medición se utilizará un examen objetivo con 100 ítems, sobre un tema específico, el cual servirá como pretest y postest.

7. Selección del diseño.

El diseño más idóneo para esta investigación es el diseño cuasiexperimental de muestra separada, pretest- postest con un grupo de control.



8. Control de variables extrañas.

Se elegirán al azar los grupos que participen, por lo que si se realizará -- una asignación aleatoria.

Otras variables serán asignadas como variables en caso de que no puedan ser eliminadas de la situación experimental *.

9. Selección y asignación de sujetos.

Universo.- Todos los alumnos inscritos en la Facultad de Ingeniería (10,000 alumnos).

Muestra.- 40 sujetos (0.4% del universo).

Se elegirán al azar dos grupos ya preestablecidos, de los cuales se elegirán al azar 20 sujetos de cada grupo, para formar cuatro subgrupos de 10 - sujetos cada uno. Al azar se elegirá que grupo funcionará como experimental, y cual como control, también al azar se elegirá qué subgrupo será sometido - a cada tratamiento.

10. Procedimiento del diseño.

A los subgrupos uno y tres se les someterá al pretest, después al subgrupo uno se le daría una conferencia sobre cómo leer y al subgrupo dos participaría en un curso práctico, más tarde los subgrupos dos y cuatro serían sometidos al postest.

11. Tratamiento estadístico **

Se analizarán los datos mediante la prueba no paramétrica de análisis de varianza de una clasificación por rangos de Kruskal-Wallis.

12. Inferencia de las conclusiones a la hipótesis.

Si existen diferencias significativas entre las mediciones realizadas, por lo que:

Se acepta H_1 y se rechaza H_0 .

13. Generalización y probabilidad de los resultados.

Los resultados no pueden generalizarse al universo, ya que se experimentó con una muestra reducida.

* Ver capítulo tercero, donde se muestran las deficiencias de este diseño.

** Ver págs. 50-53 de este trabajo.