

## **TEMA 6**

### **EL MÉTODO EXPERIMENTAL**

1. El estudio de las variables.
2. El plan experimental.
  - 2.1. Introducción.
  - 2.2. El experimento.
    - 2.2.1. Ventajas.
    - 2.2.2. Críticas.
    - 2.2.3. Tipos de experimentos.
  - 2.3. Esquema para un plan experimental: fases del método experimental.
3. El control experimental.
  - 3.1. Control de las variables.
  - 3.2. Técnicas de control.
4. El diseño experimental.
  - 4.1. Diseño entregrupos.
    - 4.1.1. Diseño con dos grupos.
    - 4.1.2. Diseño con más de dos grupos.
    - 4.1.3. Diseño factorial.
  - 4.2. Diseño intrasujeto.

## 1. EL ESTUDIO DE LAS VARIABLES.

Podemos definir una variable como cualquier atributo de los objetos, cosas o seres que sea medible y cuyos valores varían –*por ejemplo, color, magnitud, peso, etc.*–.

### **De acuerdo con la naturaleza de las variables, vamos a considerar:**

- ♦ **Variable cualitativa:** es aquella compuesta de categorías o niveles que no pueden ser ordenadas con respecto a magnitud –*por ejemplo sexo, religión, profesión, estado civil.*–.
- ♦ **Variable cuantitativa:** es aquella que puede ser ordenada con respecto a magnitud. Se refieren siempre a atributos de objetos o cosas que incorporan la magnitud como una característica esencial. Pueden responder a preguntas del tipo ¿cuánto? –*por ejemplo, número de hijos, edad, número de ensayos en un experimento.*–. Las variables cuantitativas pueden ser a su vez continuas o discretas.
  - a). **Continuas:** es aquella variable cuantitativa que puede ser medida con un grado de precisión que suele depender del instrumento de medida. Los valores de la variable están en número infinito y, a priori, son cualesquiera en un intervalo de valores –*por ejemplo, tiempo de reacción (22,547 sg.), temperatura de un cuerpo (36,22 °C).*–. La limitación se encuentra en el instrumento de medida empleado.
  - b). **Discretas:** su ordenamiento en magnitud viene predeterminado, no puede ser arbitrario. Sus valores son aislados, puntuales y pueden obtenerse contando –*por ejemplo, número de hijos (no podemos tener un hijo y medio).*–.

### **De acuerdo con los intereses u objetivos del investigador, vamos a distinguir entre:**

- ♦ **Variable dependiente (V.D.):** es cualquier aspecto de la conducta medido por el experimentador para evaluar los efectos de la variable independiente manipulada. Es cualquier aspecto de la conducta que interesa estudiar al investigador –*por ejemplo, atención, número de palabras recordadas.*–. Normalmente en psicología los parámetros de la V.D. son la exactitud de la respuesta, la latencia, la velocidad, la frecuencia, etc.
- ♦ **Variable independiente (V.I.):** es cualquier variable manipulada por el investigador, bien directamente o por medio de selección para determinar su efecto en la V.D. A su vez distinguimos entre:
  - a). **Variables independientes de estímulo:** nos referimos a cualquier aspecto del medio ambiente físico o social que puedan afectar de algún modo a la conducta –*por ejemplo, forma en la presentación de la estimulación, tipo de fármacos, efecto del ambiente social sobre la habilidad de resolver problemas, etc.*–.
  - b). **Variables independientes organísmicas o de estado:** por éstas entendemos cualquier característica del organismo incluyendo características físicas o fisiológicas tales como sexo, color de los ojos, estatura, peso, además de características psicológicas

como la inteligencia, nivel educativo, etc. También podemos incluir el estado motivacional (privación o saciedad).

Todas las variables independientes deben poder ser definidas y manipuladas.

- ♦ Variable extraña: es relevante (produce un efecto discernible en la V.D.) pero no interesa al investigador. Es aquella que en la situación experimental actúa adicionalmente a la V.I. Puede afectar a la V.D. pero en ese momento no interesa determinar si afecta o no. Estas variables deben ser controladas.
- ♦ Variables mediacionales: son aquellas variables que se suponen median entre la V.I y la V.D. Se infieren de la relación entre ellas. Se clasifican en dos tipos:
  - a). Variables mediacionales intervinientes: se utilizan para relacionar conceptualmente dos sucesos, no postulando su existencia como evento causal. Suelen utilizarse para facilitar la comprensión de la relación entre la V.I. y la V.D. *–por ejemplo, recompensar a un organismo ciertas respuestas aumentará su tendencia a responder en el contexto en el que ha sido reforzado–*. En este ejemplo, la tendencia es una variable interviniente, donde no se pretende que la tendencia tenga una entidad causal, sino que es una forma de describir la relación entre el reforzamiento y la tasa de respuestas.
  - b). Variables mediacionales de constructo hipotético: estas variables postulan la existencia de un proceso no observado, inferido a fin de relacionar dos sucesos. Se hipotetiza su acción causal sobre la V.D. Si explicamos ciertos cambios en la variable dependiente no sólo en función de la variable independiente, sino también en base a ciertos procesos inferidos, estaríamos utilizando variables mediacionales del tipo constructo hipotético *–por ejemplo, el aprendizaje–*.

## 2. EL PLAN EXPERIMENTAL.

### 2.1. Introducción.

La investigación científica busca fundamentalmente el determinar la adecuación o no de ciertas hipótesis a la realidad mediante observación, experimentación, etc.

Por experimentación se entiende la aplicación de un conjunto de manipulaciones, procedimientos y operaciones de control, de tal forma que proporcionan información no ambigua sobre el fenómeno que se trata de estudiar.

Se trata de demostrar (de una manera simple) que la manipulación de una V.I., produce un cambio en la V.D. El ejemplo más simple es la asignación de un valor de la V.I. a un grupo de sujetos (grupo experimental), y otro valor a otro grupo (grupo control). El valor asignado al grupo experimental es el valor o tratamiento que queremos investigar, es el tratamiento experimental, y el valor asignado al grupo control es el tratamiento normal. Así, la diferencia entre un tratamiento experimental y normal es el valor específico de la V.I. asignado a cada grupo.

Por ejemplo queremos ver el efecto de la cafeína (V.I.) sobre la dilatación de la pupila (V.D.). A un grupo (experimental) se le administra 10 cc y al otro (control) 0 cc. Veremos las diferencias producidas sobre la V.D. (pupila) al administrar distintas magnitudes de la V.I. (cafeína). Podemos usar más grupos variando en cada uno de ellos la cantidad de cafeína administrada: varios niveles de una V.I. (G1--10cc; G2--20cc; G3--30cc; G4--40cc).

En psicología, normalmente la V.I. es una variable ambiental, y la V.D. la conducta del sujeto. Se trata de ver si el cambio en la magnitud de alguna parte del ambiente produce cambios en la conducta del sujeto. Tanto el aspecto del ambiente como el de la conducta debe ser medible, cuantificable y definible operacionalmente. Por tanto y resumiendo, tratamos de encontrar variaciones en la V.D. en tanto variamos la V.I. El tratamiento experimental será efectivo si lo consigue.

## **2.2. El experimento.**

Se diferencia de los métodos no experimentales en que en el experimento se procede a la formación de condiciones especiales que producen los eventos deseados bajo circunstancias favorables para las observaciones científicas. El experimentador toma parte activa en la producción del suceso.

### **2.2.1. Ventajas.**

Algunas ventajas de este procedimiento serían las siguientes:

- a). El experimentador puede hacer que el evento ocurra cuando lo desee, de manera que puede estar perfectamente preparado para observarlo con precisión.
- b). Puede repetir la observación bajo las mismas condiciones para verificarla, y puede describir su condiciones dando oportunidad a otros experimentadores de repetirla, realizando una comprobación independiente de sus resultados.
- c). Puede variar las condiciones sistemáticamente y notar las variaciones de sus resultados.

Por tanto, en los otros métodos que no son experimentales los sucesos son relacionados para ser estudiados, en un experimento son producidos y controlados.

### **2.2.2. Críticas.**

Una crítica muy frecuente al método experimental es que cuando un suceso se lleva al laboratorio para su estudio, la naturaleza del suceso es, por esta razón, modificada. Llama la atención que en una situación natural hay otra muchas variables que afectan al suceso, o lo que es lo mismo, éste no ocurre aislado de forma natural, como se hace que suceda en el laboratorio. La crítica a los experimentos en tales términos no es justificable, puesto que verdaderamente queremos saber cómo es el evento cuando no está influenciado por otras variables. Posteriormente, es posible transferirlo de nuevo a su situación natural, y a que conozcamos más

acerca de como se produce. El hecho de que un evento pueda parecer diferente en la situación natural, en comparación con una situación de laboratorio, simplemente quiere decir que está siendo influenciado por otras variables, las que a su vez deberán ser llevadas al laboratorio para su investigación.

Una vez que todas las variables relevantes hayan sido estudiadas aisladamente en el laboratorio, y se haya determinado la forma en que todas influyen sobre la V.D. y entre sí, entonces se habrá logrado una comprensión total del evento. Sin dicho análisis de los sucesos en el laboratorio, lo más probable es que nunca lleguemos a entenderlos adecuadamente.

### **2.2.3. Tipos de experimentos.**

El método de experimentación general permanece igual, sin importar el tipo de problema al que se aplique, de manera que, estrictamente hablando, no nos estamos refiriendo a los diferentes tipos de experimentos, sino a los diferentes tipos de problemas y fines para los que se emplean.

Podemos distinguir dos grandes tipos: experimentos exploratorios y confirmatorios. El experimentador empleará un tipo u otro dependiendo del estado de conocimientos relevantes al problema con el que está trabajando. Si hay pocos conocimientos respecto a un problema dado, el experimentador lleva a cabo un experimento exploratorio. Cuando es muy grande su carencia de conocimientos sobre el problema, no suele estar en posición de formular una posible hipótesis explícita que pudiera guiarlo para predecir un suceso. Por tanto, en un experimento exploratorio no se posee una hipótesis explícita, sino informal. Pero esta hipótesis no está lo suficientemente avanzada como para decir que tipo de efecto tendrá una variable sobre la otra, o siquiera para decir que habrá efecto. El experimento exploratorio se lleva a cabo en las primeras etapas de la investigación de un problema. A medida que reúne datos relevantes al problema, el experimentador es más capaz de formular hipótesis de naturaleza más definida. En esta etapa de desarrollo de los conocimientos realiza el experimento confirmatorio, empieza con una hipótesis explícita que desea probar. En base a esa hipótesis puede predecir el resultado de su experimento, establece su experimento para determinar si el resultado es realmente el que predijo su hipótesis. Este experimento se ocupa de problemas del tipo ‘*si yo hiciera esto sucedería esto otro*’.

Desde otro punto de vista en el experimento exploratorio, el científico se interesa principalmente en encontrar nuevas variables independientemente que afectan a una V.D., mientras que en el experimento confirmatorio interesa confirmar que una cierta variable independiente realmente influye. En el experimento confirmatorio puede interesar también determinar la extensión y forma precisa en que una variable influye a la otra, o más generalmente, determinar la relación funcional que hay entre ambas variables.

## **2.3. Fases del plan (método) experimental.**

### **1. Planteamiento del problema.**

El experimento se va a realizar porque hay algo que no se conoce y se quiere conocer. Como ya hemos indicado, en clases anteriores, el problema debe ser resoluble.

## 2. Planteamiento de las hipótesis.

Las variables que ya fueron especificadas en el planteamiento del problema se plantean en la hipótesis en forma de una oración. La forma de implicación general ha sido sugerida como la forma básica para enunciar hipótesis. “si ... ‘a’....entonces...’b’...”.

## 3. Definición de variables.

Las V.I y las V.D. ya fueron especificadas en el planteamiento del problema y de las hipótesis. Ahora deben ser definidas de tal manera que sean claras y estén exentas de ambigüedades; deben ser definidas operacionalmente. Si esta operación no es posible para todas las variables experimentales, debemos concluir que la hipótesis no se puede probar.

## 4. Control de variables.

En esta fase del experimento, el científico debe considerar todas las variables que podrían contaminar el experimento; debe intentar evaluar las variables que pudieran afectar a su V.D., (variables extrañas), y cuyos efectos no desea conocer. Debemos poder afirmar que el efecto producido sobre la V.D. es debido sólo a la manipulación de la V.I. Las variables extrañas deben ser controladas. Trabajar sobre lo que llamamos “control” y las técnicas para alcanzarlo requiere mucha atención puesto que es de extrema importancia en la experimentación.

## 5. Elección de un diseño experimental.

Podemos utilizar un diseño de 2 grupos, de 5 grupos, de sujeto único, etc., en función del que resulte más adecuado para el problema a resolver.

## 6. Selección y asignación de los sujetos a los grupos.

El experimentador lleva a cabo un experimento porque quiere sacar alguna conclusión sobre la conducta. Para hacer esto, por supuesto, debe relacionar ciertos supuestos para estudiarlos. ¿De cuál grupo debe seleccionar a sus sujetos?. Esto es importante si quiere generalizar sus descubrimientos de los sujetos que está estudiando (muestra) al grupo mayor del que fueron escogidos (población). Así, al diseñar un experimento se debe especificar con precisión la población que se está estudiando y todas las características que sean relevantes; edad, sexo, educación, estatus económico, etc.

Como solemos trabajar con muestras de población, debemos extraerlas mediante el azar, para que sean representativas e intentar eliminar errores. Posteriormente asignamos la muestra elegida, de forma aleatoria, a distintos grupos en función del diseño experimental elegido.

## 7. Procedimiento y recogida de datos.

El procedimiento para llevar a cabo la fase de obtención de datos de un experimento debe describirse con todo detalle (tratamiento de los sujetos, administración de estímulos, registro de respuestas, instrucciones dadas a los sujetos, ...).

#### 8. Tratamiento estadístico de los datos.

Los datos del experimento generalmente son sometidos a análisis estadísticos. A medida que la psicología ha progresado, esta fase de la experimentación se ha hecho cada vez más importante. Se han desarrollado técnicas estadísticas muy confiables. De algún modo debe ser evaluada la confiabilidad o significatividad del experimento.

#### 9. Generalización.

Extensión de los resultados a una población mayor. ¿Hasta que punto lo que hemos realizado puede extenderse a otros sujetos? Dicha extensión dependerá de como se hayan especificado las características de las poblaciones de las que se ocupó el experimento, así como de la extensión en la que dichas poblaciones hayan sido representadas en el experimento mediante el muestreo al azar.

#### 10. Predicción.

¿Qué puede pasar en otras situaciones no estudiadas todavía?.

#### 11. Replicación.

Repetir el experimento con otros sujetos.

### **3. EL CONTROL EXPERIMENTAL.**

#### **3.1. El control de las variables.**

El control de variables es una de las fases más importantes en la planificación y realización de experimentos (requiere una particular vigilancia por parte del experimentador). La palabra “control” implica que el experimentador posee cierto poder sobre las condiciones de su experimento, es capaz de manipular variables en un esfuerzo por llegar a una conclusión firme. Así, en un primer sentido usaremos el término control para referirnos a como un experimentador controla su V.I. cuando la varía de forma específica y conocida.

En un segundo sentido utilizaremos el término control referido al control de las variables extrañas (variable que actúa adicionalmente a la variable independiente). Cuando se falla al controlar las Vs. extrañas, se obtiene un experimento contaminado. La contaminación ocurre cuando una variable extraña está sistemáticamente relacionada con la V.I., y puede afectar diferencialmente a la V.D.

Resumiendo: el control experimental equivale a la regulación de variables experimentales y podemos considerar dos tipos de variables experimentales: independiente y extraña.

En referencia a las variables extrañas ¿cómo las identificaremos?, ¿qué variables extrañas pueden estar presentes en la situación experimental?. Enumerar todas las variables que podrían afectar la conducta de un organismo sería una tarea sin fin, nuestra pregunta debe ser más limitada: *de todas las Vs. presentes ¿cuáles afectan a la V.D.?*. Como un primer paso para determinar aquellas variables que deben ser consideradas, debemos remitirnos a nuestras fuentes de información escrita, también a nuestro sentido común. Podemos estudiar experimentos anteriores que utilizaron la misma V.D. para conocer que variables se han demostrado que afectan a dicha V.D. Debemos también fijarnos que otras variables han considerado necesario controlar los experimentadores anteriores. Mediante el conjunto de los resultados de nuestras fuentes de información escritas, nuestro conocimiento general de las variables potencialmente relevantes y una reflexión considerable sobre otras variables, podemos obtener una lista de variables extrañas por considerar.

Una vez obtenida la lista de las Vs. extrañas relevantes, debemos decidir cuales deben y pueden controlarse, y especificarlas. También debemos especificar las variables extrañas que razonablemente no pueden controlarse. Aunque pudiera hacerse tal acción, sería demasiado costosa en términos de tiempo, esfuerzo y dinero. Consideremos el siguiente ejemplo:

Supongamos que la variación de la temperatura ambiental durante un experimento es de 5 °C. Aunque es posible controlar esta variable, es altamente imposible (en la mayoría de los experimentos), y el esfuerzo del experimentador sería demasiado grande para obtener algo que “no valdría la pena”.

El experimentador debe buscar el controlar sólo aquellas variables que considere potencialmente relevantes. Finalmente señalar que en aquellos casos en los que el control de las variables extrañas es inadecuado es mejor optar por abandonar el experimento.

### **3.2. Técnicas de control.**

Nuestra consideración principal en este apartado se deriva del punto en el cual se ha señalado una importante variable extraña y el experimentador debe preguntarse cómo la va a controlar. Debe determinar con qué técnicas cuenta para regularla de manera que los efectos de la V.I. sobre la variable dependiente queden claramente aislados.

Existen diversas técnicas de este tipo que intentaremos clasificar dentro de varias categorías:

1. **Eliminación:** La manera más deseable de controlar las variables extrañas es eliminándolas de la situación experimental. En el laboratorio psicológico, un ejemplo de eliminación es la utilización de cuartos a prueba de ruido. Desafortunadamente, la mayoría de las variables extrañas no pueden ser eliminadas, p.e. experiencia de los sujetos, edad, sexo, inteligencia, etc.
2. **Constancia en las condiciones:** Cuando no pueden eliminarse ciertas variables extrañas, podemos intentar mantenerlas constantes durante el transcurso del experimento. Esta técnica el control significa, esencialmente, que sea cual sea la variable extraña, se presente un mismo valor de ella para todos los sujetos. Por ejemplo, mantener las mismas condiciones de sujeto constante; el sexo (todos varones o mujeres), o la edad (todos deben tener 20 años). Otros ejemplo importante lo constituyen las

instrucciones que damos a los sujetos. Por esta razón los experimentadores leen precisamente el mismo tipo de instrucciones para todos los sujetos (excepto cuando éstas constituyen condiciones experimentales diferentes). También debemos intentar tratar a todos los sujetos experimentales de mismo modo.

3. Balanceo. Cuando no es posible o conveniente en el experimento mantener las condiciones constantes, el experimentador debe recurrir a la técnica de equilibrar el efecto de las variables extrañas. Existen dos situaciones generales en las que puede emplearse el balanceo:

F cuando el experimentador está incapacitado o desinteresado en la identificación de las variables extrañas.

F cuando puede identificarlas y desea tomar medidas especiales para controlarlas.

En la primera situación lo que se suele hacer es incluir un grupo control con valor de V.I. igual a "0" y con todas las otras variables extrañas en el mismo valor que el/los grupo/s experimental/es, viendo el efecto de las variables extrañas sobre la V.D. en el G.C. Así, tendremos información de su efecto sobre la V.D., independientemente del efecto de la V.I. Si los grupos experimentales y control son tratados de la misma manera excepto en lo que respecta a la variable independiente, entonces cualquier diferencia entre los dos grupos en cuanto a la V.D. puede atribuirse a la V.I., al menos a largo plazo.

La segunda situación es aquella donde existe una variable extraña específica y conocida por controlar, p.e. si un experimentador desea controlar la variable sexo, puede utilizar sólo sujetos del mismo sexo. Sin embargo, si tiene a su disposición sujetos masculinos y femeninos, puede verse obligado a utilizar ambos. En este caso, puede controlar el efecto del sexo sobre su V.I., asegurándose de haber balanceado los dos grupos. Esto se logrará asignando un nº igual de sujetos de cada sexo a cada grupo. Si tiene 40 sujetos masculinos y 30 sujetos femeninos, se aseguraría de que en cada grupo hubiera 20 sujetos masculinos y 15 femeninos. De este modo, si el sexo está relacionado con la V.D., sus efectos serán los mismos para cada condición experimental.

4. Contrabalanceo. Se emplea cuando se supone que el orden de presentación de cualquier variable afecta el resultado sobre la V.D. Algunos experimentos se diseñan de manera tal que los sujetos pasan por dos o más condiciones experimentales. Si p.e. a un experimentador le interesa saber si una señal de "alto" debería pintarse de amarillo o rojo, su problema sería determinar el color de la señal a la que responde más rápido un sujeto. Para responder esta pregunta podrá medir primero el tiempo de reacción de un sujeto a la señal amarilla y luego a la señal roja. Repitiendo cierto número de veces el procedimiento, quizá llegara a la conclusión de que el T.R. a la señal roja es el más corto. Sin embargo, como a los sujetos se les mostró primero la señal amarilla, su T.R. a la señal roja dependerá parcialmente de su aprendizaje para manejar los aparatos experimentales así como de su adaptación a la situación experimental.

La respuesta que frecuentemente se da al problema de cómo controlar la variable extraña de cantidad de aprendizaje es la del empleo del método de contrabalanceo. En este caso la mitad de los sujetos primero verían la señal amarilla y posteriormente la roja, y viceversa para la otra mitad de los sujetos.

El principio general de la técnica de contrabalanceo puede establecerse como sigue: cada condición (en nuestro ej. el color de la señal) debe presentársele a cada sujeto un igual número de veces en cada sesión de práctica. Más aún, cada condición debe preceder y seguir a todas las otras condiciones un igual número de veces. Veamos como sería con tres colores: R A V

1/6	R	A	V	1/6 hace referencia a la proporción de sujetos que debe pasar por cada situación de presentación, de tal forma que si disponemos de 36 sujetos, 6 pasarían por la situación de presentación R A V, 6 por la situación A V R, y así sucesivamente.
1/6	A	V	R	
1/6	V	R	A	
1/6	R	V	A	
1/6	A	R	V	
1/6	V	A	R	

El balanceo se emplea cuando cada sujeto es expuesto a una condición experimental única. El contrabalanceo se emplea cuando se llevan a cabo mediciones repetidas (más de una condición para un mismo sujeto).

5. Selección al azar. Esta técnica se emplea en dos situaciones generales:

☞ Cuando se sabe que ciertas variables ajenas operan en la situación experimental pero no es factible la aplicación de ninguna de las técnicas de control mencionadas anteriormente.

☞ Cuando suponemos que operan algunas variables ajenas, pero no podemos especificar cuáles son y, por tanto, no podemos recurrir a las otras técnicas.

En cualquier caso, tomamos precauciones que aumentan la probabilidad de nuestra suposición en el sentido de que las variables extrañas estarán “distribuidas al azar”, es decir, cualquiera que sean sus efectos van a influir sobre los grupos aproximadamente en la misma magnitud.

P.e. asignar al azar los sujetos a los grupos control y experimental de manera aleatoria. Las características de los sujetos son importantes en cualquier experimento psicológico. Variables tales como experiencias previas de Aprendizaje, nivel de motivación, problemas económicos, etc., pueden afectar a nuestra V.D. Por supuesto el experimentador no puede controlar estas variables por medio de ninguna de las técnicas mencionadas. Sin embargo, si tiene un grupo experimental y otro control y ha asignado al azar los sujetos a ambos grupos, puede suponer que el efecto de dichas variables sea aproximadamente el mismo para los dos grupos. Así, las variables extrañas no deben afectar diferencialmente a la V.D.

#### 4. EL DISEÑO EXPERIMENTAL

Los diseños experimentales son aquellos métodos o procedimientos utilizados clásicamente en la psicología experimental, para determinar el efecto de una o más variables independientes en dos o más grupos de sujetos. Se refiere a la forma y manera del

procedimiento de comprobar un resultado y refutar otro u otros posibles. Para crear un diseño, se siguen los siguientes pasos:

- Definir claramente la/s V.I.
- Definir claramente los sujetos sobre los que va a actuar la/s V.I.
- Definir claramente las circunstancias en las que la/s V.I. va a actuar sobre los sujetos.
- Definir claramente las circunstancias y características específicas de los sujetos sobre los que va a actuar la/s V.I.
- Definir la V.D. de modo claro.

Vamos a estudiar en sus aspectos básicos de comprensión los dos principales diseños experimentales: entregrupo e intrasujetos.

#### **4.1. Diseños entregrupos.**

##### **4.1.1. Diseño con dos grupos.**

###### **a). Caso de dos grupos relacionados al azar.**

En este diseño, el experimentador define una V.I. a la cual trata de variar de dos maneras. Los dos valores que asigna a la V.I. pueden ser denominados como dos “condiciones” o “tratamientos”. Entonces intenta determinar si esas dos condiciones afectan o no de manera diferente a la V.D. El procedimiento general que sigue para responder a la pregunta anterior, se puede resumir del siguiente modo:

- ☞ Definición de una cierta población sobre la que desea hacer una afirmación.
- ☞ Selección al azar de una muestra de sujetos para estudiar. Puesto que dicha muestra se ha obtenido al azar de la población, se supone que es representativa de la misma.
- ☞ División aleatoria de la muestra en dos grupos y asignación de cada tratamiento experimental a cada grupo de sujetos. La razón por la cual éste diseño es denominado “diseño de dos grupos seleccionados al azar”, es ahora bastante evidente: los sujetos son asignados al azar a dos grupos. Una presuposición importante y básica que se hace en cualquier tipo de diseño es la de que las medias de los grupos, no se diferencian significativamente antes de iniciarse el experimento.
- ☞ Una vez sometidos los dos grupos a valores distintos de la V.I. y habiéndonos asegurado que no existe contaminación de variables extrañas, se registrarían las calificaciones de todos los sujetos con respecto a la V.D. y se someten a análisis estadísticos apropiados.
- ☞ Si la prueba estadística apropiada indica que ambos grupos son significativamente diferentes (estadísticamente) en sus puntuaciones en la V.D., puede concluirse que esta diferencia es debida a la variación de la V.I., pues

suponiendo que han funcionado los controles experimentales adecuados, puede concluirse que los dos valores de la V.I. son efectivos para producir las diferencias en la V.D. La prueba estadística que se suele emplear es la prueba “t”.

b). Caso de dos grupos apareados.

El diseño anterior se basaba en la suposición de que la asignación al azar resultaría en la constitución de dos grupos esencialmente iguales antes de recibir el tratamiento (como se determina, por supuesto comparando sus medias). El diseño de dos grupos apareados es simplemente una manera de ayudar a llevar la suposición de que los grupos tienen esencialmente valores iguales de V.D. antes de la administración del tratamiento experimental.

En el diseño de grupos apareados, empleamos las calificaciones de una medida inicial denominada variable de apareamiento, que nos ayuda a asegurarnos de la equivalencia de los grupos.

Por ejemplo, estamos interesados en comprobar la hipótesis de que tanto leer como repetir en voz alta cierto material, produce una mejor retención que la sólo lectura. Podríamos formar dos grupos de sujetos, uno que aprendiera el material leyéndolo y repitiéndolo en voz alta, y un segundo que empleara todo su tiempo en leerlo.

Supongamos que empleamos las calificaciones de una prueba de inteligencia como nuestra variable de apareamiento. Nuestra estrategia consiste en formar dos grupos de manera que sean iguales en cuanto a inteligencia. Para lograrlo, necesitamos aparear a los sujetos que obtuvieran calificaciones iguales, asignando un miembro de cada par a cada grupo. El método que empleamos para dividir estas parejas en grupos será el de la selección al azar. La asignación al azar es necesaria para evitar que la posible preferencia del experimentador interfiera con el apareamiento.

Al igual que en el diseño anterior, tras recoger las calificaciones de los sujetos en la V.D. y habiendo realizado un control adecuado, someteríamos dichas calificaciones a un análisis estadístico adecuado, para ver si los grupos difieren significativamente. Aquí también se aplica la prueba “t” pero con algunas diferencias.

Si la variable de apareamiento está altamente correlacionada con las calificaciones de la V.D., nuestro apareamiento ha sido bien logrado. Es decir, el grado en el cual se correlacionan los valores de la variable de apareamiento y los valores de la V.D. es un indicio del éxito de nuestro apareamiento. ¿Cómo podemos encontrar una variable de apareamiento que se correlacione altamente con nuestra V.D.? Sin duda la variable de apareamiento que más posiblemente muestre una correlación con la V.D., es la V.D. misma. Sin embargo, no siempre se puede aplicar esta técnica.

Para buscar la variable de apareamiento se puede consultar estudios anteriores, ya que ellos pueden proporcionar información sobre correlaciones entre la V.D. y otras variables. Se podría entonces hacer una relación entre las que más altamente correlacionan.

Podrá también llevarse a cabo un estudio piloto o preliminar donde se realizarían una serie de mediciones en algunos sujetos, incluyendo la medición de la V.D. La selección de la medida de la que más altamente se correlacione con la V.D. proporcionará un criterio bastante bueno, siempre y cuando sea lo suficientemente alta.

Una ventaja de este diseño sobre el diseño de grupos seleccionados al azar es que asegura una igualdad aproximada de los dos grupos. Si la correlación entre la variable de apareamiento y la V.D. es lo suficientemente grande, se debe emplear el diseño de grupos apareados.

#### **4.1.2. Diseño con más de dos grupos.**

Entre los diseños más frecuentemente usados en la investigación psicológica están aquellos que emplean más de 2 grupos. Supongamos que un psicólogo tiene disponibles dos métodos de lectura terapéutica. Ambos métodos parecen tener la misma eficiencia para ayudar a leer a los estudiantes que no han aprendido a hacerlo adecuadamente con el método acostumbrado, pero el psicólogo desea saber cuál de estos dos métodos es el mejor. Además, desea saber si cualquiera de estos dos métodos es verdaderamente superior al método normal empleado en estos problemas. Para responder a esta pregunta podría diseñar un experimento que involucrara tres grupos de sujetos: G1---método A; G2---método B; G3---método C. El diseño de grupos seleccionados al azar para más de dos grupos se puede aplicar a una gran variedad de problemas (p.e. influencia de distintos periodos de privación sobre el aprendizaje; influencia de diferentes métodos de instrucciones sobre el logro, etc).

El procedimiento para aplicar un diseño multigrupo a cualquiera de los problemas citados sería el de seleccionar distintos valores de la V.I. y asignar un grupo de sujetos a cada una de las variables; p.e. 0, 1, 12, 24, 36, horas de privación a 5 grupos de 8 sujetos cada uno. Si intentáramos resolver cualquiera de los problemas anteriores por medio de un diseño de dos grupos, tendríamos que decidir que dos valores de entre todas las V.I. emplearíamos. Una ventaja considerable de los diseños multigrupo se hace evidente cuando se trata de decidir cuántos serán los dos valores de las variables independientes que se emplearán.

Las investigaciones en cualquier área determinada generalmente pasan a través de 2 etapas: 1ª tratamos de ver cuales de las muchas V.Is. posibles influyen sobre una V.D. y, 2º cuando se ha identificado cierta V.I. que influye sobre la V.D. intentamos establecer la relación precisa entre ellas. Aún cuando es posible que un diseño de dos grupos lleve a cabo el primer propósito, sería imposible que llevara a cabo el segundo. Con un diseño de dos grupos nunca se tiene la suficiente seguridad de haber seleccionado los valores apropiados para la V.I. cuando se trata de determinar si dicha variable era o no efectiva. Sin embargo, empleando más de dos grupos aumentará sus posibilidades de: **a).** determinar con exactitud si una V.I. dada es efectiva, y **b).** especificar la relación entre las variables dependiente e independiente (lineal, curvilínea).

Al igual que en los diseños anteriores, necesitamos determinar si nuestros grupos difieren significativamente, lo cual realizaremos con el procedimiento estadístico adecuado. (ANOVA).

### 4.1.3. Diseño factorial.

Todos los diseños anteriores son apropiados para la investigación de una sola V.I. Si se varía la V.I. en dos maneras, se emplea uno de los diseños de dos grupos. Si la V.I. varía en más de 2 maneras, se emplea el diseño multigrupos. Sin embargo, es posible estudiar más de una V.I. en un sólo experimento. Un diseño posible para estudiar dos o más variables independientes en un solo experimento es el diseño factorial.

Para ilustrar un diseño factorial simple, vamos a considerar un experimento realizado por Harley & Harley (1966) sobre el aprendizaje bajo hipnosis. Entre las V.Is. que estudiaron se encuentran:

- ☞ si los sujetos estaban o no hipnotizados (dos niveles)
- ☞ susceptibilidad para ser hipnotizados (alta y baja)

La variación de las dos variables independientes puede esquematizarse como sigue:

	Grado de hipnosis	
	hipnotizado	no hipnotizado
bajo	(1)	(2)
alta	(3)	(4)

El tabla de arriba muestra que existen cuatro condiciones posibles de los valores de las V.Is. Cada combinación posible se representa por un cuadro o celdilla: (1) hipnotizado y baja susceptibilidad; (2) sin hipnotizar y baja susceptibilidad; (3) hipnotizado y alta susceptibilidad; (4) sin hipnotizar y alta susceptibilidad. Con 4 condiciones experimentales, hay 4 grupos por considerar en el experimento. Más precisamente, una vez que los sujetos fueron sometidos a prueba para determinar su susceptibilidad hipnótica se formaron 2 grupos (alta y baja susceptibilidad). Después, los de alta susceptibilidad fueron asignados al azar a las condiciones hipnóticas y no hipnóticas, y lo mismo se hizo con los que en la prueba resultaron ser de baja susceptibilidad.

Un análisis estadístico de las calificaciones de la V.D. (calificaciones de aprendizaje) proporcionará la respuesta a las siguientes preguntas:

- ☞ ¿Influye sobre el aprendizaje estar hipnotizado?.
- ☞ ¿Influye sobre el aprendizaje la susceptibilidad a ser hipnotizado?.
- ☞ ¿Existe interacción entre el grado y susceptibilidad de hipnosis?.

En lo que respecta a la primera pregunta, ignoraríamos la variable susceptibilidad, y nos encontraríamos con dos grupos de sujetos: hipnotizados y no hipnotizados. Calcularíamos las medidas para los dos grupos de sujetos que fueron hipnotizados e igualmente para los dos grupos que no lo fueron. Determinaríamos si las diferencias son o no estadísticamente significativas (análisis de varianza). En lo que respecta a la segunda pregunta, actuaríamos de igual manera, pero con la variable susceptibilidad, ignorando la variable hipnosis.

Sobre la tercera pregunta, diremos que el concepto de interacción se refiere: existe interacción entre las dos variables si el valor de la V.D. que resulta de una V.I. está determinada por el valor específico asumido por la otra V.I. Para ilustrarlo, supongamos que existe una interacción entre las dos variables: grado de hipnosis y susceptibilidad, la interacción significa que los resultados (calificaciones de aprendizaje) para el grado de hipnosis dependerán del grado de susceptibilidad del sujeto. O más precisamente se podría plantear la interacción del siguiente modo: si el ser hipnotizado afecta la cantidad de aprendizaje, depende de la susceptibilidad de los sujetos.

Resumiendo: se emplea un diseño factorial cuando se usan valores seleccionados de dos o más variables independientes en todas las combinaciones posibles. Hemos ilustrado el diseño factorial empleando dos variables independientes con dos valores para cada una. En este caso los sujetos se asignan a las cuatro condiciones experimentales, pero ninguno de ellos pasa por más de una condición experimental. El análisis de los datos de la V.D. arroja información sobre: a). la influencia de cada V.I. sobre la V.D., y b). la interacción entre las dos variables independientes. Existen diseños  $2 \times 2$ ;  $2 \times 3$ ;  $2 \times 2 \times 2$ ; .....

#### **4.2. Diseños intra-sujetos.**

Los diseños que hemos analizado hasta el momento han sido diseños entregrupos o intersujetos. Esto se debe a que se seleccionan dos o más valores de la V.I. y a que se administra un valor a cada grupo del experimento. Además de poder trabajar con un diseño de este tipo, existe la alternativa del diseño “intrasujetos”, en el cual se administran todos los valores de la V.I. al mismo sujeto. Para cada ejecución del sujeto, se obtiene una calificación de la V.D. bajo cada valor de la V.I.; entonces la comparación de estas calificaciones de V.D., bajo los diferentes tratamientos experimentales, permite la determinación de los efectos de la variación de la V.I.

Resumiendo, en el diseño inter-sujetos comparamos las calificaciones entre-grupos que han sido tratadas de distinta manera. En el diseño intragrupos los mismos sujetos son tratados de distinta manera en distintos momentos temporales, y comparamos sus calificaciones como una función de los tratamientos experimentales diferentes.

Un excelente ejemplo del empleo de un diseño intrasujetos es el experimento clásico sobre memoria realizado por Ebbinghaus (1913). Este autor memorizó varias listas de sílabas sin sentido y después se sometió a una prueba de recuerdo, en diferentes momentos, una vez que el aprendizaje había sido terminado. Tras esto, calculó el porcentaje que era olvidado de cada lista después de varios periodos. Encontró que había olvidado alrededor del 47% de las sílabas de la lista 20 minutos después de haberla aprendido, el 66% había sido olvidada un día después, y el 72% al siguiente día. De este

modo, tomando medidas repetidas de sí mismo, Ebbinghaus fue capaz de representar la cantidad de olvido como una función del paso del tiempo.

Para ver si existe cambio en la V.D. en función de los tratamientos realizaremos las pruebas estadísticas adecuadas.

Veamos algunas ventajas e inconvenientes de la utilización de los diseños entregrupos e intrasujetos.

1. Debe ser evidente que el diseño intra-sujetos tiene una gran ventaja en lo que concierne a la economía de sujetos, pues en este diseño hay calificaciones disponibles para todos los sujetos bajo todas las condiciones de tratamiento.
2. El diseño intra-sujetos es también relativamente ventajoso si el procedimiento experimental requiere de una gran cantidad de tiempo; p.e. investigaciones psicofisiológicas en las que se requiere implementación de electrodos cerebrales en animales.
3. En los diseños intrasujetos, se repiten las medidas en los mismos sujetos y se reducen o eliminan las diferencias individuales del error en la varianza. Este será mayor en un diseño intergrupos ya que se incluye la extensión en la cual los individuos difieren.
4. En ocasiones, no se puede utilizar el diseño intrasujetos ya que uno de los tratamientos puede ser tal que si se da primero, entonces ya no es razonable presentar el otro; p.e. efectos de inyectar ARN a un organismo, dado que no podríamos administrar el ARN primero, someter a prueba al animal, sacarle el ARN y someterlo de nuevo a prueba.
5. El mayor problema que implica el empleo de un diseño intragrupos es el problema del orden en que se presentan los tratamientos experimentales a los mismos sujetos. La técnica que hemos explicado para la presentación sistemática del orden de las condiciones es la de contrabalanceo.

En resumen, está bastante claro que hay varias ventajas importantes del diseño intra-sujetos sobre el diseño intersujetos. Pero si no puede manejarse efectivamente los problemas de control comprendidos por el contrabalanceo, entonces existen dos alternativas: a). presentar a los sujetos los tratamientos en orden aleatorio, y b). emplear un diseño entregrupos. Como ya hemos indicado, existen situaciones en que por lo que estamos estudiando, por la naturaleza u objetivo de nuestra investigación, no podemos ni es adecuado usar diseños intrasujetos.

Para finalizar, señalaremos que también se puede llevar a cabo un diseño con un solo sujeto, al cual se estudia durante un periodo de tiempo, y sobre el que se recogerían varias medidas.