

EL CONTROL EXPERIMENTAL

M.^a TERESA ANGUERA ARGILAGA

Laboratorio de Psicología Experimental
Departamento de Psicología
Universidad de Barcelona

Entendiendo por situación experimental aquélla en la cual se introducen estímulos o se modifican las condiciones con el fin de provocar una respuesta y observar las reacciones que se produzcan, cuando sometemos un individuo a una prueba o le ordenamos la ejecución de una tarea, obtenemos un resultado —respuesta— que generalmente convertimos en dato.

Mediante el control, el experimentador puede manejar y dominar la situación, tomando decisiones sobre las variables independientes necesarias, valores que adoptarán, formación de grupos, etc., es decir, asegurándose de que las únicas fuentes y condiciones de variación son las que él ha establecido, sin que actúen variables extrañas que alterarían la pureza del experimento, y, por consiguiente, la buena verificación de la hipótesis.

La palabra «control» empezó a usarse relativamente tarde en la historia de la ciencia, y ha adquirido varios significados distintos. Primariamente, tenía el sentido de base de comparación entre dos o más condiciones o dos o más grupos, y también el de punto de referencia en relación con el cual se llevaba a cabo una comparación. Sin embargo, los controles se utilizaron después en otros sentidos. Uno se refiere a la manipulación de variables o condiciones; es decir, nosotros controlamos la variable independiente en un experimento con el fin de originar una modificación en la dependiente de una manera conocida y específica; así, podemos controlar la cantidad de horas de privación en un experimento sobre el impulso, el significado de una lista de sílabas en un estudio sobre la transferencia, o el tipo de refuerzo verbal en un estudio de condicionamiento.

Un segundo significado del término «control» tiene el sentido de restricción de variables o el guardar las condiciones constantes. A la vez que manipulamos ciertas variables en un experimento, intentamos que permanezcan constantes todas las restantes variables relevantes. Por ejemplo, en un experimento sobre sensibilidad visual en sujetos humanos, el color y la intensidad del estímulo luminoso, así como la posición del ojo, han de permanecer constantes, para lo cual se utilizarán los procedimientos que se consideren más convenientes. En los estudios sobre aprendizaje humano, la mayoría de las veces las variables que han de conservarse constantes son el tipo de material, la cantidad de tiempo de práctica y la distribución y duración de los ensayos y períodos de descanso.

Resulta evidente que los factores que se conservan constantes o controlados son los que pueden afectar a la variable que se va a medir. Pero como no es posible conocer todas las variables que pueden operar en un momento dado, nosotros podremos controlar solamente aquellos factores que creemos que intervienen, lo cual depende, en parte, del nivel de conocimientos en este

campo. La utilización del control presupone una información considerable y una frecuente causa de error en la investigación es la inadvertencia de variables relevantes y el fallo al controlarlas en el sentido de mantenerlas constantes.

En un sentido más amplio, los controles son procedimientos que precisamos en la investigación con el fin de probar o limitar las probables fuentes de error, a la vez que constituyen una guía o dirección (Boring, 1954).

Es un hecho cierto que las fuentes de error existen y que los controles inadecuados en una investigación implican el desconocimiento para el investigador de qué variables requieren controlarse o cuándo el control debe ser puesto en práctica. Esto depende, además del dominio en el campo objeto de investigación, del manejo de los diseños a utilizar, o de la economía o posibilidad de tiempo o dinero, o de la ingenuidad o imaginación del investigador, y no solamente en psicología, sino en cualquier ciencia experimental.

Al llevar a cabo el control nos hallamos en una de las fases más importantes en la planeación y realización de experimentos. La naturaleza del término ya indica que el experimentador ejerce un cierto poder sobre las condiciones de su experimento, disponiendo todas ellas de acuerdo con un plan establecido, según el cual se pretende conseguir un tratamiento riguroso de todas las variables, requisito previo para una auténtica investigación científica.

El control experimental entraña la regulación de variables experimentales, y en ellas se incluyen no sólo las que manipulamos directamente (variables independientes) con el fin de obtener unos determinados efectos (en la variable dependiente), sino todas aquellas otras que de una forma u otra influyen en el experimento, dejándose sentir a la hora de constatar los resultados. El fin que nos proponemos es que ningún tipo de variables extrañas operen sobre los sujetos y la situación experimental, «contaminando» la investigación que se lleva a cabo; en caso contrario, no se obtiene ninguna conclusión respecto a la relación entre las variables.

La ciencia avanza a base de la repetición continuada de experimentos en los cuales se manipulan variables de un modo sistemático, situándose los resultados en el camino de la elaboración de un sistema teórico o modelo conceptual. Se abre al investigador un amplio campo de estudio en la experimentación, pero debemos tener en cuenta que multitud de experimentos no demuestran nada, sino que simplemente se limitan a explorar, constatar o refutar determinados hechos, sin llegar más allá, aunque no con ello revisten menos interés, ya que si el problema se resuelve previamente, se ahorrará coste material, tiempo y esfuerzo en otros experimentos.

En efecto, gran parte del éxito o fracaso en los mismos, y en cuanto a la generalización de los hallazgos obtenidos, es consecuencia de un adecuado o insuficiente control, ya desde el mismo momento de la recogida de datos. En el momento de plantear un experimento y establecer una hipótesis, debemos detallar con el máximo rigor posible todos los extremos a tener en cuenta

con el fin de impedir la actuación de otras variables, pues, de lo contrario, no sería posible una posterior generalización.

El psicólogo (experimental) debe estar en condiciones de resolver las demandas de otros científicos en lo que respecta a las técnicas de control y la forma de llevarlo a cabo metodológicamente. Si interesa más un control experimental que estadístico, habrán de estudiarse y regularse todas las variables que intervienen, y se buscarán las condiciones óptimas para que, al manipular las variables, se consiga una mayor sensibilidad en los resultados medidos. Desde este punto de vista, el control experimental es imprescindible y constituye un instrumento necesario para la construcción de una base científica previa en cualquier investigación, no sólo en el campo de la psicología.

OBJETIVOS DEL CONTROL

Teniendo en cuenta que las fuentes de variación pueden tener su origen en las diferencias individuales de los sujetos o factores subjetivos que afectan a su conducta (sexo, inteligencia, edad, etc.), en las características del medio ambiente en el cual se verifica el experimento (luz, ruido, temperatura, etc.), y en las variaciones que proceden del sistema de medida utilizado y del experimentador (diferencias individuales no controlables), los objetivos del investigador en cuanto al control, serán:

a) Conseguir que la variable independiente sea la única cuyos efectos sean responsables de la variación de la variable dependiente. Lo que desea el investigador es manipularla de tal forma que podamos tener la seguridad de que no intervendrán factores ajenos a aquél que se estudia.

b) Controlar las variables extrañas que intervienen en la experimentación, y que proceden de un conjunto de caracteres que permanecen unidos a la situación experimental, de tal forma que desaparezcan sus efectos.

c) Uniformar las variables individuales y los métodos para obtener, cuantificar y analizar los datos, con el fin de evitar los errores de medida.

Como psicólogos, nos enfrentamos con una tarea difícil al intentar lograr el control de complejo de variables que condicionan aún las expresiones más simples de la conducta. Para descubrirlas es preciso un análisis minucioso de las situaciones experimentales, estudiando la actuación de muchos determinantes y la interacción entre ellos, para lo cual es necesario separar las variables que suponemos vinculadas a otras, al menos en la medida en que las que son objeto de estudio puedan ser observadas y clasificadas independientemente de otras que no nos interesan de manera inmediata.

TÉCNICAS DE CONTROL Y VARIANCIA

Una ciencia no se diferencia de otra ni por la teoría ni por los datos, sino por las distintas técnicas de control utilizadas en cada campo de estu-

dio. Las técnicas de control no se caracterizan en función del aparato utilizado, sino más bien según las variables que se han manipulado y las consecuencias que de ello se derivan, y el grado de perfección de una técnica debe estipularse de acuerdo con la precisión y fiabilidad de control que se puede conseguir merced a ella.

El éxito en el control de las variables de un experimento depende del conocimiento que se tenga acerca de la clase de efecto que las variables producen sobre los resultados finales. La misma variable puede desempeñar funciones distintas en momentos diferentes, y precisamente de acuerdo con el efecto general que tiene una variable sobre un fenómeno en un conjunto dado de condiciones se la clasifica como variable sistemática o no sistemática (Brown y Ghiselli, 1955, p. 108 y ss.). Kerlinger (1965, p. 95 y ss.), que denomina «variancia» a la variación que observamos en las medidas tomadas de la variable dependiente, la clasifica en variancia sistemática y variancia del error.

Hemos visto los objetivos del control, que se ajustan a los dos tipos mencionados de variancia con que nos podemos encontrar. En primer lugar, las *variancias sistemáticas* son las responsables de un efecto constante sobre los resultados finales, es decir, que si no hubieran actuado no habría habido lugar para tal efecto o variación, aunque esto no implica que el experimentador haya intervenido directamente con este fin, sino que la causa de su producción puede hallarse también en el hecho de que factores que desconocemos y/o que no deseamos actúen de forma diferencial sobre la variable dependiente. Y, en segundo y último lugar, determinantes *no sistemáticos* son igualmente responsables de variación en el proceso experimental, pero no en una dirección determinada, sino que su signo positivo o negativo depende del azar, no alterándose a la larga su valor promedio, ni aumentando la variabilidad de las expresiones del fenómeno.

Cada una de ellas, lógicamente, exigirán técnicas de control distintas.

a) *Variancia sistemática*

De acuerdo con su origen (actuación directa o no del experimentador), cabe una doble subdivisión:

1) La *variancia primaria* (que Kerlinger también conoce como variancia entre-grupos o variancia experimental) refleja los efectos de la manipulación directa de la variable independiente. El problema de controlar las variables experimentales consiste en aislar, manipular y medir una o más variables que constituyen el nudo del problema, vinculadas con otras variables que son en todo o en parte desconocidas, y acerca de las cuales se desea obtener información.

La manipulación de las variables experimentales se planea de acuerdo con el nivel de control apropiado al caso. Existen ocasiones en que solamente pueden ser observadas cuando no es determinable la magnitud de la varia-

ble; se requiere un control más preciso sobre la variable experimental en los casos en que es necesario tener varios niveles de expresión de la variable, mientras que las magnitudes de expresión no son cuantificables o lo son en grado elemental; y aún se logra un grado más elevado de control cuando se miden los diversos niveles de magnitud de la variable experimental.

Existen diversos procedimientos para controlar las variables experimentales, o, mejor, para discriminar la variación de la variable dependiente en función de los diversos tratamientos experimentales, y, principalmente, en función de la diferencia de los efectos de la variable independiente.

La variancia primaria debe ser lo mayor posible, y para lograr esta maximización, elegiremos en la variable independiente (Arnau, 1974, p. 119):

- Los valores extremos (por ejemplo, en inteligencia, ansiedad), que, en ocasiones, ya existen de forma natural (como el sexo).
- Los valores óptimos (si la función no es lineal, conviene escoger valores intermedios y no muy distantes entre sí).
- Varios valores, indiscriminadamente, pues en ocasiones no son conocidos los óptimos.

La obtención de estos distintos valores puede conseguirse mediante técnicas físicas (medios mecánicos, eléctricos, quirúrgicos, farmacológicos u otros), mediante procedimientos de selección de materiales experimentales (por ejemplo, en el campo del aprendizaje), de sujetos (según edad, aptitudes, experiencia) y de datos, y también mediante un análisis estadístico de los datos (midiendo las variables por controlar). Como es obvio, la índole de los procedimientos a utilizar en cada ocasión dependerá de la naturaleza de las variables a estudiar y del fin que se propone la investigación.

2) La *variancia secundaria* es la producida por variables extrañas situacionales y orgánsmicas. En toda investigación existen innumerables factores que no son parte del complejo de variables sometido específicamente a experimentación; incluso en muchas ocasiones escapan a nuestro conocimiento estas variables sistemáticas no deseadas.

La primera tarea a realizar consiste en determinar cuál o cuáles de ellas pueden influir en la investigación, y luego habrá que controlarlas, eliminándolas o haciendo su efecto lo menor posible; en suma, minimizándolas. Para llevarlo a cabo, existen diferentes técnicas de control.

Respecto a las *variables situacionales* (Arnau, 1974, p. 120 y ss.):

a) Eliminación de la variable extraña, con lo cual logramos suprimir sus efectos, llegando así a una homogeneización de las condiciones experimentales respecto a la variable independiente, lo cual, a su vez, implica una reducción de la posibilidad de generalización de la hipótesis.

b) Mantener las condiciones constantes, intentándose que éstas sean similares a lo largo de la investigación. Entonces, la variable extraña se presenta con un mismo valor para todos los sujetos.

c) Aleatorizar o seleccionar al azar, lo cual nos asegura que todas las variables extrañas que pueden intervenir lo harán con la misma oportunidad de aparecer en todas las situaciones experimentales. Este sistema es el mejor que permite controlar todas las variables extrañas y se utiliza cuando se sabe que hay variables extrañas que operan en la situación experimental, pero no se pueden utilizar otras técnicas de control, y también cuando sabemos que actuarán algunas variables extrañas, pero no podemos especificar cuáles son.

d) Manipulación sistemática de las variables extrañas, las cuales son tomadas como variables independientes. Como caso particular, existe el apareamiento de sujetos según una determinada variable que esté íntimamente relacionada con la variable dependiente, lo cual permite la formación de grupos similares.

e) Formación de un grupo control, en donde habremos equilibrado todas las condiciones excepto la que nos interesa, y que es la que lo diferenciará del grupo experimental; entoces el efecto de las variables es aproximadamente el mismo para ambos grupos. Esta técnica de equilibrio (balanceo) se utiliza cuando el experimentador está incapacitado o desinteresado en la identificación de las variables extrañas, o cuando puede identificarlas y desea tomar medidas especiales para controlarlas (McGuigan, 1971, p. 157). Si los grupos experimental y control son tratados de igual manera excepto en lo que respecta a la variable independiente, entonces cualquier diferencia entre ambos grupos en cuanto a la variable dependiente puede atribuirse a la independiente.

f) Control de los efectos de orden, que se puede lograr a través de la aleatorización (dando a cada sujeto un orden totalmente al azar) si se cuenta con gran número de sujetos y de tratamientos y también mediante el contrabalanceo (Underwood, 1972, p. 51), que establece que cada condición debe presentarse a cada sujeto un número igual de veces en cada sesión de práctica, e igualmente cada condición debe preceder y seguir a todas las otras condiciones un número igual de veces. Para llevarlo a cabo con un amplio número de variables, la cantidad de ordenaciones sería desmesurada, y entonces se recurre al «contrabalanceo incompleto», que requiere que todos los sujetos reciban el tratamiento una vez, y solamente una, y que cada tratamiento ocurra un número igual de veces durante cada sesión, pero no requiere todas las posibles ordenaciones de las variables a presentar (McGuigan, 1971, p. 165).

g) Control estadístico, que actúa de acuerdo con la aplicación de un tipo determinado de diseño. En particular, el análisis de covarianza nos será útil cuando no podamos elegir los sujetos previamente al azar o de acuerdo con un determinado criterio, permitiéndonos lograr un control sobre las diferencias entre los sujetos a través de una ecuación de regresión, el ajuste de las medias de las variables y el grado de significación entre ellas.

h) El propio experimentador es una fuente de variabilidad secundaria y, efectivamente, se ha comprobado que un mismo experimento no ha dado los

mismos resultados de acuerdo con las distintas actitudes, expectativas, intereses, etc., del experimentador (Rosenthal, 1966).

Y en lo que concierne a las *variables extrañas organísmicas*, señalaremos el procedimiento de tomar a los sujetos como su propio control; utilizando el mismo sujeto para los diferentes tratamientos experimentales, aparearemos los sujetos con respecto a la mayor cantidad de variables relacionadas con la variable dependiente. Puede utilizarse cuando el cambio producido en la situación experimental es insignificante o puede controlarse, pero no cuando la influencia de una condición experimental hace imposible usar a los mismos sujetos para otra.

b) *Variación debida al error (no sistemática)*

Es la inconsistente fluctuación de las medidas de la variable dependiente. En efecto, hay variables no sistemáticas que producen variación en el conjunto de variables a actuar en la situación experimental, tanto en dirección positiva como en la negativa. El aumento de variación que se introduce en un experimento debido a estos factores no sistemáticos aumenta la dificultad para descubrir y evaluar exactamente los efectos de las variables experimentales; por consiguiente, debemos minimizar este tipo de error, que al constar de dos componentes, tiene también un doble objetivo (Arnau, 1974, p. 126-127):

a) Control de las diferencias individuales, ya que cada sujeto presenta una casuística propia en la forma de reaccionar frente a una misma situación experimental. Aquí el objetivo consiste en obtener un grupo homogéneo de individuos, logrado a través de una selección cuidadosa.

b) Aumentar la exactitud de las medidas, afinando los métodos utilizados para obtener, seleccionar, cuantificar y analizar los datos. Cuanto más «exactas» sean tales medidas, la variación sistemática se verá menos afectada por factores extraños, y así se reducirá la variación debida al error.

Existen tantos factores desconocidos que producen variación no sistemática que resulta difícil saber exactamente qué clase o grado de control se realiza mediante un procedimiento determinado. El objetivo general consiste en reducir todo lo posible, en las respuestas del sujeto, la variación que parece estar determinada por factores que no forman parte de las variables experimentales sometidas a estudio, ya que esta variación no sistemática, junto con la variación primaria, constituyen la variación total; por consiguiente, si la variación debida al error aumentara, disminuiría la sistemática, la cual perdería su significación y anularía el valor de los resultados experimentales obtenidos.

RESUMEN

Se ha situado el control experimental en una de las fases más importantes de la planeación de experimentos, abundando en señalar que entraña la regula-

ción de la variable dependiente en función de las que manipulamos directamente y de todas las demás que ejercen una influencia en el experimento.

Mediante el control, el experimentador puede manejar y dominar la situación, para lo cual se propone conseguir que la variable independiente sea la única cuyos efectos sean los responsables de la variación de la variable dependiente, controlar las variables extrañas que intervienen en la experimentación y uniformar las variables individuales y los métodos de medida de los datos.

El problema, realmente, es complejo, y de aquí las diferentes técnicas de control a aplicar que se describen, de acuerdo con la naturaleza de cada situación experimental y, desde luego, con el tipo de variancia a controlar.

RÉSUMÉ

On a situé le contrôle expérimentale dans une des phases plus importantes de la planification des expériences, abondant en marquer que implique la régulation de la variable dépendant en fonction desquelles que nous manipulons directement, et de toutes les autres que exercent une influence dans l'expérience.

Moyennant le contrôle, le expérimenteur peut manier et dominer la situation, pour lequel on propose obtenir que la variable indépendant soit la unique donc les effets soient les responsables de la variation de la variable dépendant, contrôler les variables étrangères que intervient dans la expérimentation, et uniformer les variables individuelles et les méthodes de mesure de les dates.

Le problème, réellement, est bien complexe, et de ici les différentes techniques de contrôle a appliquer que on décrivent, d'accord avec le nature de chaque situation expérimentales, et aussitôt, avec le type de variation a contrôler.

SUMMARY

It is located the experimental control in one of the most relevant phases on the designing of experiments, emphasizing that it involves the regulation of the independent variable in function of that manipulate directly and the another that perform an influence of the experiment.

Through the control, the experimenter can conduct and dominate the situation, and for this, it plans to get the independent variable be the only whose effects be the responsible of the variation of the dependent variable, to control the foreign variables intervening in the experimentation, and to uniform the individual variables and the measuring methods of data.

Actually, the problem is complex, and from here, describe the different techniques of control for the application, in agreement with the nature of all experimental situations, and, of course, with the type of the variance to control.

BIBLIOGRAFÍA

- ARNAU, J.: *Fundamentos de psicología experimental* (volumen I). Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación de la Universidad de Barcelona, 1974.
- BAYÉS, R.: *Una introducción al método científico en psicología*. Ed. Fontanella. Barcelona, 1974.
- BORING, E.: The nature and history of experimental control. *American Journal of Psychology*, 67, 573-589 (1954).
- BROWN, C. W.; GHISELLI, E. E.: *El método científico en psicología*. Trad. E. Prieto. Ed. Paidós. Buenos Aires, 1969.
- KERLINGER, F. N.: *Foundations of behavioral research*. Holt, Rinehart & Winston. New York, 1964.
- MCGUIGAN, F. J.: *Psicología experimental*. Trad. A. Fabre. Ed. Trillas. México, 1971.
- PLUTCHIK, R.: *Foundations of experimental research*. Harper & Row. New York, 1968.
- ROSENTHAL, R.: *Experimenter effects in behavioral research*. Appleton-Century-Crofts. New York, 1966.
- SIDMAN, M.: *Táctica de investigación científica. (Evaluación de datos experimentales en psicología.)* Trad. A. Lleonart. Ed. Fontanella. Barcelona, 1973.
- UNDERWOOD, B.: *Psicología experimental*. Ed. Trillas. México, 1972.

