

Cómo explicar el concepto de interacción sin estadística: análisis gráfico de todos los casos posibles en un diseño 2 x 2

Orfelio G. León e Ignacio Montero
Universidad Autónoma de Madrid

El análisis gráfico tiene como objetivo mejorar la comprensión de los resultados de una investigación factorial. Se presentan sistemática y exhaustivamente todas las situaciones posibles en un factorial 2x2. Se dan pautas para interpretar correctamente los efectos principales en presencia de interacción. Se reinterpreta la clasificación de la ordinalidad o no-ordinalidad de la interacción. Se dan pautas para la presentación de gráficas en los informes de investigación. El análisis gráfico está especialmente indicado para enseñar el concepto de interacción a estudiantes y para aquellos investigadores que adolecen de falta de pericia estadística.

How to Explain Interaction without Statistics: Graphical Analysis of all Possible Cases on a 2x2 Design. The objective of the graphic analysis is to improve the comprehension of data obtained from a study with factorial design. All possible situations generated from a 2x2 factorial design are studied. We provide guidelines for a correct interpretation of principal effects when interaction is present. We also re-interpret the concept of 'ordinality' -applied to a figure of the results. Also presented are guidelines for the preparation of figures for journals. The graphic analysis approach is recommended for teaching the concept of interaction to students, and for researchers with little statistical background.

La enseñanza del concepto de interacción es una labor ardua tanto para el que enseña como para el que aprende. Ya se explique por primera vez en asignaturas de metodología de investigación ya se explique en análisis de datos, la interacción es un concepto difícil. Esta dificultad se debe a que su interpretación en los datos implica combinar, al menos, cuatro conceptos: dos variables independientes –como mínimo-, una variable dependiente y la propia interacción. El conocimiento de su definición (estadística o no) o la comprensión de un ejemplo *ad hoc* no asegura la adecuada generalización para interpretar los resultados de cualquier caso factorial. Es más, encontramos que la falta de pericia y la excesiva dependencia de los resultados de los análisis estadísticos por ordenador hacen que el investigador, a veces, pierda información relevante o concluya equivocadamente sobre los resultados de su investigación. Esta afirmación se refiere a las investigaciones con diseños factoriales donde la presencia de la interacción puede alterar la interpretación de los resultados. Este hecho merece un cierto detenimiento. Aunque advertencias sobre las implicaciones que tiene la presencia de interacción para la interpretación de los efectos principales se encuentran en la mayoría de los textos y manuales clásicos (véase Kerlinger y Lee, 2000; Kirk, 1995; Runyon, Haber, Pittenger, y Coleman, 1996; Winer, Brown y Michels, 1991), tales advertencias no aparecen en todos (cf. McGuigan, 1997). Es más, en manuales con un origen más reciente hay todavía más varia-

ción: algunos las siguen recogiendo (ver Shaughnessy, Zechmeister y Zechmeister, 2000; Keppel, 1991; Keppel, Soufley y Tokunaga, 1992) pero hay otros tantos que no lo hacen (Heiman (1995), Mertens (1998) o Rosnow y Rosenthal (1996)). ¿Por qué llamamos la atención sobre ello? Porque tales advertencias parecen haberse olvidado. Resumidamente, las advertencias de las que hablamos vienen a decir que cuando hay una interacción significativa, debemos reinterpretar los resultados de las variables independientes en términos de los efectos simples. Esta recomendación de hecho no se sigue en los informes publicados a lo largo de diez años en la revista Psicothema. La práctica habitual es la que lee secuencialmente las salidas del programa de análisis estadístico: «Significación del factor A», «Significación del factor B» y –«Significación de la interacción AxB». Esta costumbre, como veremos, puede producir conclusiones erróneas cuando los efectos simples indican sentidos de las diferencias contrarios.

Esta presentación tiene dos objetivos: uno, proporcionar al docente una herramienta gráfica para transmitir el concepto de interacción; dos, complementar la interpretación de los resultados hecha por un investigador sobre la significación estadística. El método gráfico que se utiliza permite que el lector que no sepa estadística entienda y saque el máximo partido a los datos de un diseño factorial 2x2. En nuestra intención está que, entendido el caso más simple, pasar a diseños MxN será más fácil –aunque no evidente.

Desarrollo

A) Elementos básicos para la exposición

El desarrollo de este análisis gráfico no parte de cero. Es necesario que el lector que no sea docente de la materia se asegure el

conocimiento de los elementos básicos que a continuación pasamos a detallar.

1. Concepto de interacción. El lector necesitará partir de alguna definición verbal del concepto de interacción, por ejemplo la que sigue: «Lo que ocurre cuando el efecto de una variable independiente cambia dependiendo del nivel de una segunda variable independiente» (Shaugnessy, Zechmeister y Zechmeister, 2000, p. 530).

2. Extensión: Dos variables independientes, con dos niveles cada una, y una variable dependiente.

3. Representación gráfica. Para comprender el fenómeno de la interacción hay que realizar siempre dos gráficas: una para cada VI. Por economía de espacio, en los informes de investigación se ha adoptado la costumbre de representar solo una. Esto no exige que, para una completa comprensión de los resultados, nosotros recomendemos que se evalúen las dos. (En los comentarios que siguen, analizaremos una gráfica cada vez, para no hacer más farragosa la presentación.)

4. Terminología: Variable independiente principal (VI-prin). Será la variable representada en el eje de abscisas (X). Cada VI será analizada en su gráfica correspondiente. Variable independiente condicionante (VI-cond) será la variable bajo cuyas condiciones se da la principal. (Observe que los papeles de «principal» y «condicionante» se alternan cuando cambiamos de gráfica.)

5. Resultados posibles en un diseño factorial 2x2:

Efecto de la VI-prin (SI, NO) x Efecto de la VI-cond (SI, NO) x Efecto de la Interacción (SI, NO). Hay 8 resultados posibles (Véase Tabla 1). Por lo tanto habrá otros tantos casos gráficos. El número responde a la complejidad interpretativa y lo utilizaremos para referirnos a cada una de las situaciones.

		Interacción =NO	Interacción =SI	
VI-cond=NO	VI-prin=NO	(1) VI-prin=NO VI-cond=NO INTERA=NO	(5) VI-prin=NO VI-cond=NO INTERA=SI	
		VI-prin=SI	(2) VI-prin=SI VI-cond=NO INTERA=NO	(6) VI-prin=SI VI-cond=NO INTERA=SI
	VI-cond=SI		VI-prin=NO	(3) VI-prin=NO VI-cond=SI INTERA=NO
		VI-prin=SI		(4) VI-prin=SI VI-cond=SI INTERA=NO

6. Significación estadística: Cuando digamos que «existe un efecto de...» supondrá siempre que en el análisis estadístico se ha detectado que ese efecto es significativo. (Se puede dar el caso de que «visualmente» se aprecie un efecto, pero que debido a la variabilidad no alcance el nivel de significación.)

7. Representación gráfica del efecto principal de una VI: El efecto principal de una variable independiente se recoge en las medias de los niveles de esa variable, como si no existiera la segunda variable independiente. El efecto principal de una VI-prin está representado gráficamente por la «media» de los valores de sus efectos simples.

8. Representación de los efectos simples de una VI-prin: El resultado aislado de la VI-prin, cuando se da condicionado a cada uno de los dos valores de la VI-cond, se refleja en una línea en la gráfica. Estas líneas representan cada uno de los efectos simples de la VI-prin (véase León y Montero, 1997, pp. 213-214).

9. Regla para la interpretación de las gráficas: Cuando las gráficas de los efectos simples tengan pendientes con el mismo signo, (positivo, negativo, cero) concluiremos que es adecuado interpretar el efecto principal de la VI-prin. Cuando no coincidan las dos pendientes, concluiremos que no es adecuado interpretar el efecto principal de la VI-prin. (Esta regla será justificada a lo largo de la exposición.)

B) Representación gráfica cuando no hay interacción

1. No hay ningún efecto (Resultado 1). Llamamos línea base a una situación en la que no actúa ningún efecto. Es muy importante entender gráficamente esta situación, ya que los efectos lo que harán será modificar la situación de línea base. Cuando ningún efecto está presente, la gráfica presenta las dos líneas horizontales. Una sobre la otra. (Podemos pensar en la conocida figura del «encefalograma plano» cuando ya no hay vida: no hay ningún efecto actuando.)

Al ser las dos pendientes de los efectos simples iguales (nulas) el efecto principal (Media) de la variable B es un buen resumen de los efectos simples. En este caso el resumen es decir que la variable B no produce ningún efecto sobre VD (Figura 1).

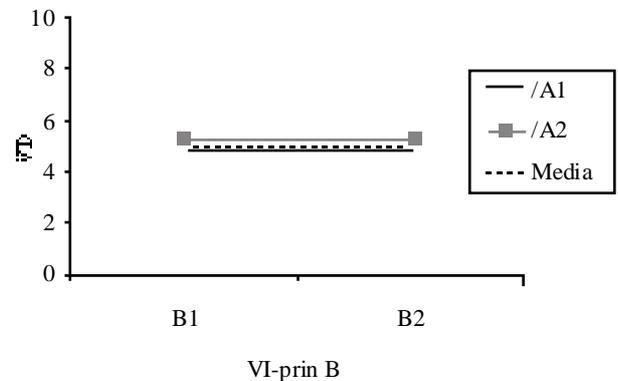


Figura 1. Ningún efecto

2. Efecto de la VI-prin. (Resultado 2). Cuando solo actúa la VI-prin las líneas de los efectos simples aparecen, juntas, inclinadas, ya sea con una pendiente positiva (ascendiendo de B1 a B2) o con una pendiente negativa (descendiendo de B1 a B2). Cuanto mayor sea la inclinación mayor será el efecto de la VI-prin (Figura 2).

Al ser las dos pendientes iguales (positivas) el efecto principal (Media) de la variable B es un buen resumen de los efectos simples. En este caso el resumen es decir que B produce un incremento en VD al pasar de B1 a B2.

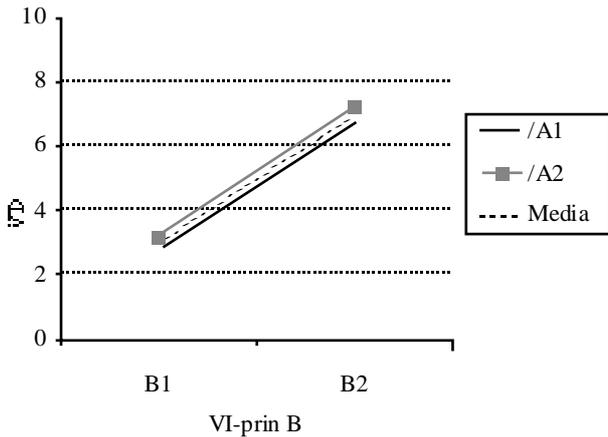


Figura 2. Efecto de la VI principal

3. Efecto de la VI-cond. (Resultado 3). Cuando solo actúa la variable independiente condicionante las líneas aparecen horizontales y paralelas. Esto nos indica que, no importa bajo qué condiciones se aplique, la VI-prin no produce ningún efecto (recuerde: encefalograma plano). Cuanto mayor sea la separación entre las líneas mayor será el efecto de la VI-cond (Figura 3).

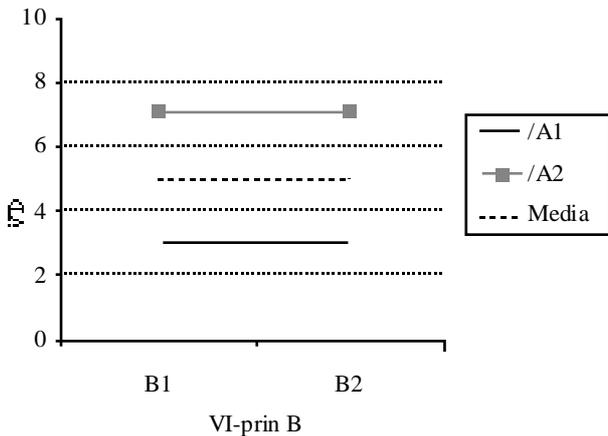


Figura 3. Efecto de la VI condicionante

Al ser las pendientes de los efectos simples iguales (nulas) el efecto principal (Media) de la variable B es un buen resumen de los efectos simples. En este caso el resumen es decir que B no produce ningún efecto sobre VD. Observe que en este análisis no concluimos sobre A, la VI-cond. Lo haremos cuando A sea representada en abscisas. Entonces A pasará a ser la VI-prin y ese caso es el resultado 2, ya expuesto.

4. Efecto de la VI-prin y efecto de la VI-cond (Resultado 4). De la combinación de dos efectos ésta es la más fácil de entender, ya que uno inclina y el otro separa. El efecto de la VI-prin, (como hemos visto en el resultado 2) inclinará las dos líneas y el efecto de la VI-cond las separará. No importa en qué orden apliquemos los dos desplazamientos, el resultado final será como el de la Figura 4.

Al ser las pendientes de los efectos simples del mismo signo (positivo), el efecto principal (Media) de la variable B es un buen resumen de los efectos simples. En este caso el resumen es decir que B produce un incremento en VD al pasar de B1 a B2.

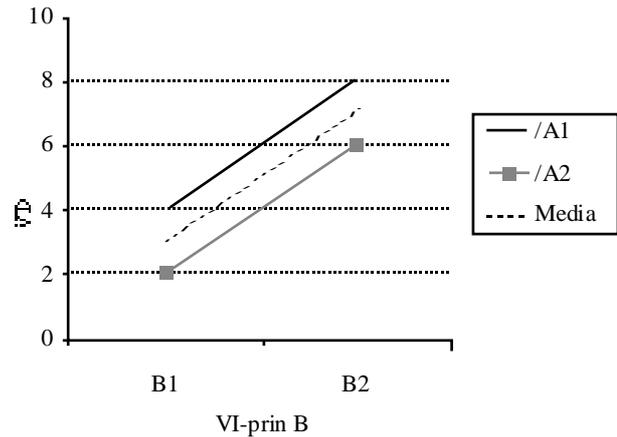


Figura 4. Efectos de la VI principal y la VI condicionante

Recuerde: cuanto más inclinadas estén las líneas mayor será el efecto de la VI-prin, (representada en el eje X); cuanto más separadas estén las líneas, mayor sea el efecto de la VI-cond.

No importa lo inclinadas que estén las líneas, ni lo separadas que estén, cuando la interacción es nula las líneas serán siempre paralelas.

C) Representaciones gráficas cuando hay interacción

5. Efecto de la interacción. (Resultado 5). Cuando solo actúa la interacción, y no hay efecto ni de la VI-prin ni de la VI-cond, las líneas se cruzan. El dibujo que describen es absolutamente simétrico (esto se debe al hecho de ser un diseño 2x2). Cuando el efecto de la interacción es pequeño, las líneas están próximas a la horizontal «Media», a medida que el efecto crece se van separando de la horizontal. Es importante entender este movimiento para poder comprender luego la presencia simultánea de dos o tres efectos.

Al no ser las pendientes de los efectos simples iguales (bajo A1 negativa, bajo A2 positiva) el efecto principal (Media) de la variable B NO es un buen resumen de los efectos simples. En este caso, decir que B no produce ningún efecto sobre VD es incorrecto. Debemos informar de los efectos simples por separado: bajo A1, B hace disminuir los valores de VD al pasar de B1 a B2; bajo A2, B hace aumentar los valores de VD al pasar de B1 a B2. En este caso, podemos entender la regla de no interpretar el efecto principal cuando las pendientes de los efectos simples no son del mismo signo.

6. Efecto de la VI-prin y de la interacción. (Resultado 6). Este resultado gráfico es más difícil de representar espacialmente, ya que los dos efectos producen giros en las líneas. La mejor manera es partir de una situación de interacción sola, es decir las líneas en aspa de forma simétrica, y a partir de aquí, aplicarle el movimiento de inclinación de la VI-prin. Supongamos que la VI-prin hace subir los valores de VD para B2 y bajar para B1. La línea del aspa (/A2) que ya estaba por la interacción más elevada en B2 (pendiente positiva) aumentará su grado de inclinación (pendiente positiva mayor). La línea del aspa (/A1) que ya estaba por la interacción más baja en B2 (pendiente negativa) disminuirá su inclinación quedando su pendiente: a) negativa menor; b) nula; c) positiva. Estos tres resultados estarán en función de que el tamaño del efecto de la VI-prin sea: a) menor que la interacción; b) igual a la interacción; c) mayor que la interacción. Estas tres situaciones la representamos a continuación en la Figura 6.

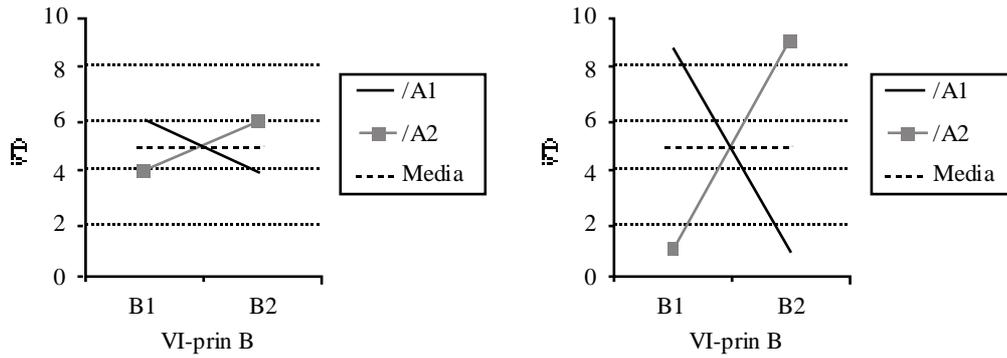


Figura 5. Interacción pequeña y grande

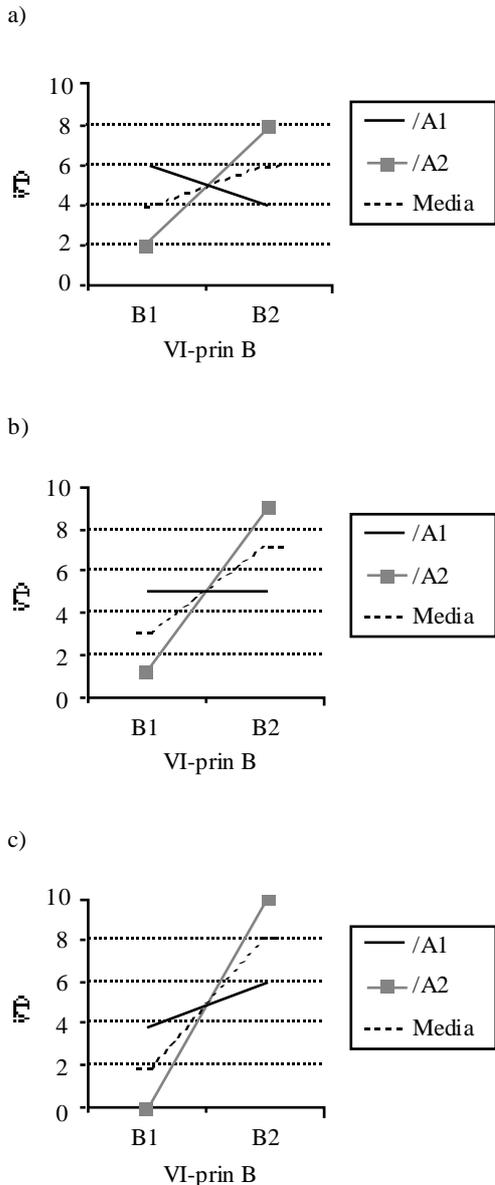


Figura 6. a) VI principal menor que la interacción b) VI principal igual a la interacción c) VI principal mayor que la interacción

a) Al no ser las dos pendientes iguales (bajo A1 negativa, bajo B2 positiva) el efecto principal de la variable B no es un buen resumen de los efectos simples. En este caso, decir que B hace aumentar los valores de VD al pasar de B1 a B2 es incorrecto. Debemos informar de los efectos simples por separado: bajo A1, B hace disminuir los valores de VD al pasar de B1 a B2; bajo A1, B hace aumentar los valores de VD al pasar de B1 a B2.

b) Al no ser las dos pendientes iguales (bajo A1 nula, bajo A2 positiva) el efecto principal (Media) de la variable B no es un buen resumen de los efectos simples. En este caso, decir que B hace aumentar los valores de VD al pasar de B1 a B2, es incorrecto. Debemos informar de los efectos simples por separado: bajo A2, B hace aumentar los valores de VD al pasar de B1 a B2; bajo A2, B no produce ningún efecto sobre VD al pasar de B1 a B2.

c) Al ser las dos pendientes iguales (positivas) el efecto principal (Media) de la variable B es un buen resumen de los efectos simples. En este caso el resumen es decir B produce un incremento en VD al pasar de B1 a B2. (Que se pueda resumir no exime de interpretar cada uno de los efectos simples, ya que bajo A2 el efecto es mucho mayor que bajo A1.

7. Efecto de la VI-cond y la Interacción (Resultado 7). Este resultado gráfico es más fácil de entender ya que el movimiento de producido por la VI-cond es de separación de las líneas en sentido vertical, partiendo de la posición inicial donde las dejara la presencia de la interacción. El efecto de la VI-cond puede ser respecto al efecto de la interacción: a) menor; b) igual c) mayor. Esto producirá que las dos líneas: a) se crucen; b) se toquen en un extremo; c) no se crucen. En cualquiera de estas tres posibilidades, las pendientes de las líneas son de signo opuesto, por lo tanto no deberemos interpretar el efecto principal de la VI-prin (que en estos tres casos es nulo) (Figura 7).

a) Al no ser las dos pendientes iguales (bajo A1 negativa, bajo A2 positiva) el efecto principal (Media) de la variable B no es un buen resumen de los efectos simples. En este caso, decir que B no produce un efecto sobre VD al pasar de B1 a B2, es incorrecto. Debemos informar de los efectos simples por separado: bajo A1, B hace disminuir los valores de VD al pasar de B1 a B2; bajo A2, B hace aumentar los valores de VD al pasar de B1 a B2.

b) Al no ser las dos pendientes iguales (bajo A1 negativa, bajo A2 positiva) el efecto principal (Media) de la variable B no es un buen resumen de los efectos simples. En este caso, decir que B no produce un efecto sobre VD al pasar de B1 a B2, es incorrecto. Debemos informar de los efectos simples por separado: bajo A1,

B hace disminuir los valores de VD al pasar de B1 a B2; bajo A2, B hace aumentar los valores de VD al pasar de B1 a B2.

c) Al no ser las dos pendientes iguales (bajo A1 negativa, bajo A2 positiva) el efecto principal (Media) de la variable B no es un buen resumen de los efectos simples. En este caso, decir que B no produce un efecto sobre VD al pasar de B1 a B2, es incorrecto. Debemos informar de los efectos simples por separado: bajo A1, B hace disminuir los valores de VD al pasar de B1 a B2; bajo A2, B hace aumentar los valores de VD al pasar de B1 a B2.

D) Consecuencias gráficas de la combinación de tres efectos

8. Efecto de la VI-prin y efecto de la VI-cond y la interacción (Resultado 8). El último de los resultados combina la presencia simultánea de los tres efectos, por lo tanto la representación gráfica

será el resultado de: cruzar las líneas de forma simétrica (interacción) y separarlas verticalmente (VI-cond) e inclinarlas (VI-prin). Esta situación básica tendrá las siguientes variantes:

VI-prin (<intera, =intera, >intera) X VI-cond (<intera, =intera, >intera). Es decir, nueve variantes.

Discusión general para los tres casos (Figura 8), en los que la VI principal es menor que la interacción. Al no ser las pendientes de los efectos simples iguales (bajo A1 negativa, bajo A2 positiva) el efecto principal (Media) de la variable B no es un buen resumen de los efectos simples. En este caso, decir que B hace aumentar los valores VD al pasar de B1 a B2, es incorrecto. Debemos informar de los efectos simples por separado: bajo A1, B hace disminuir los valores de VD al pasar de B1 a B2; bajo A2, B hace aumentar los valores de VD al pasar de B1 a B2.

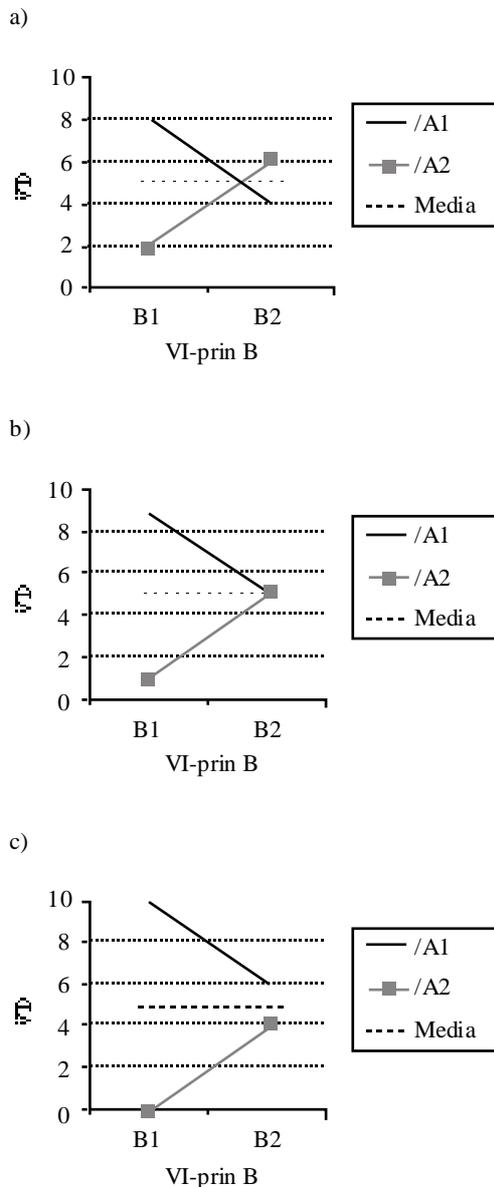


Figura 7. a) VI condicionante menor que la interacción b) VI condicionante igual que la interacción c) VI condicionante mayor que la interacción

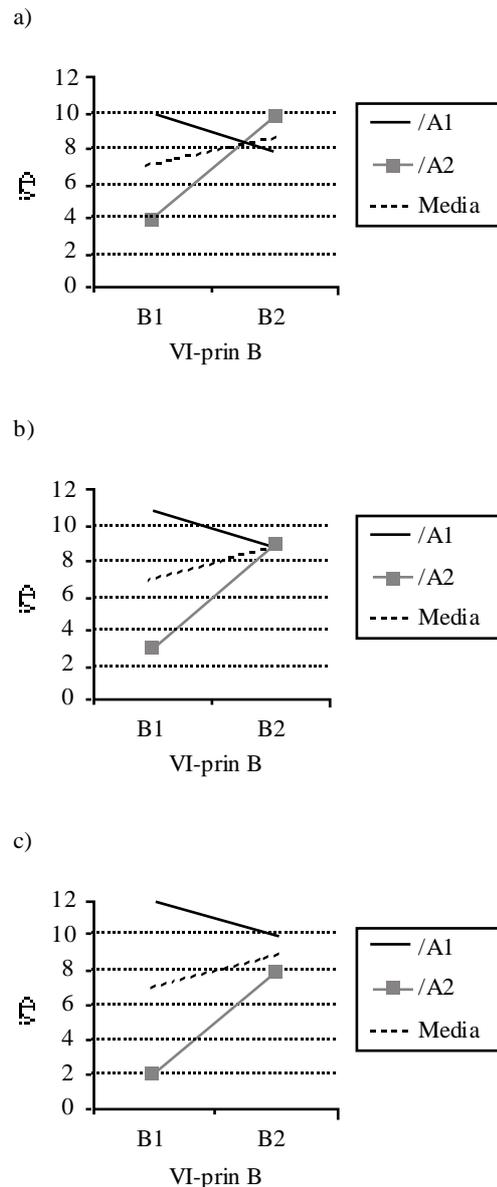


Figura 8. a) VI principal menor que la interacción y VI condicionante menor que la interacción b) VI principal menor que la interacción y VI condicionante igual que la interacción c) VI principal menor que la interacción y VI condicionante mayor que la interacción

Discusión general para los tres casos (Figura 9), en los que la VI principal es igual que la interacción. Al no ser las pendientes de los efectos simples iguales (bajo A1 nula, bajo A2 positiva) el efecto principal (Media) de la variable B no es un buen resumen de los efectos simples. En este caso, decir que B hace aumentar los valores VD al pasar de B1 a B2, es incorrecto. Debemos informar de los efectos simples por separado: bajo A2, B hace aumentar los valores de VD al pasar de B1 a B2; bajo A1, B no produce ningún efecto en los valores de VD al pasar de B1 a B2. Obsérvese que la característica común en las tres gráficas es que la línea del efecto simple de B/A1 es horizontal; esto es reflejo de la igualdad del efecto principal y la interacción: el movimiento del efecto principal es contrarrestado por la interacción, resultando una acción nula sobre la variable dependiente.

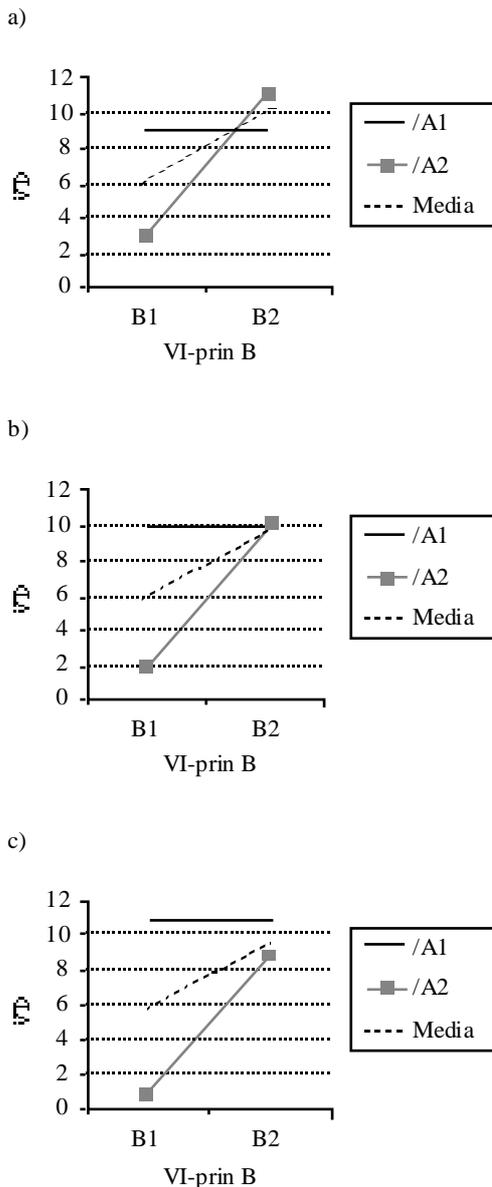


Figura 9. a) VI principal igual que la interacción y VI condicionante menor que la interacción b) VI principal igual que la interacción y VI condicionante igual que la interacción c) VI principal igual que la interacción y VI condicionante mayor que la interacción

Cuando la $VI\text{-prin} > \text{interacción}$ (Figura 10) al ser los signos de las pendientes de los efectos simples iguales (bajo A1 positivo, bajo A2 positivo) el efecto principal (Media) de la variable B es un buen resumen de los efectos simples. En este caso, decir que B hace aumentar los valores VD al pasar de B1 a B2, es correcto. Obsérvese como en los tres casos la media representando el efecto principal de B se mantiene en la misma pendiente, mientras que las líneas que representan los efectos simples se van separando debido al aumento del efecto de la variable condicionante.

E) Comentario

1. Cuando las líneas son paralelas: No hay interacción. Interpretamos directamente cada VI en términos de su efecto principal,

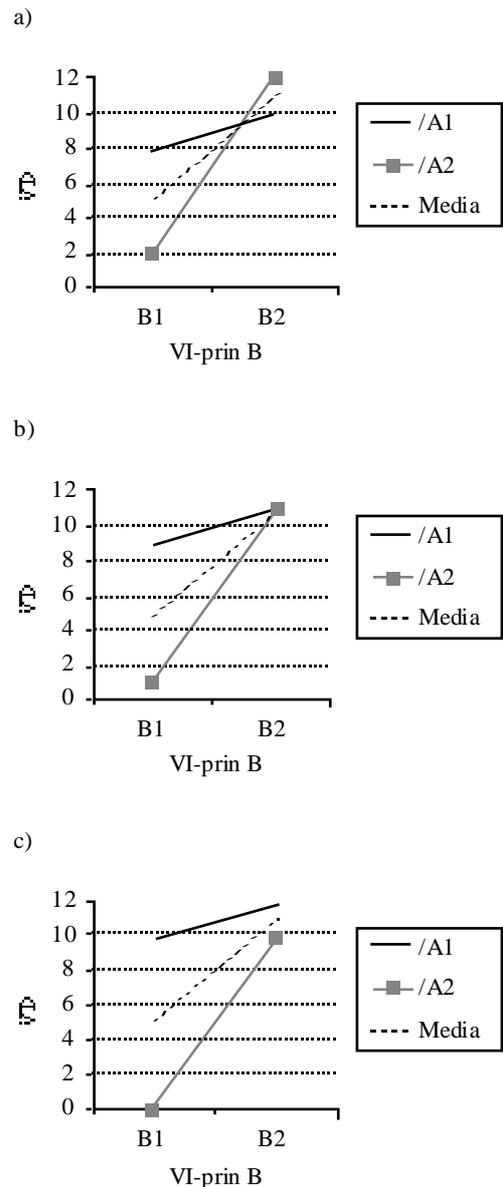


Figura 10. a) VI principal mayor que la interacción y VI condicionante menor que la interacción b) VI principal mayor que la interacción y VI condicionante igual que la interacción c) VI principal mayor que la interacción y VI condicionante mayor que la interacción

apoyándonos en la gráfica en la que la VI está representada en el eje X.

2. Cuando las líneas no son paralelas: Hay interacción.

2.a Interpretamos los efectos simples de cada una de las VI en su correspondiente gráfica, representadas en el eje X.

2.b. Para poder interpretar el efecto principal de las variables independientes: Observaremos el signo de las pendientes de sus respectivos efectos simples. Cuando los signos de las pendientes son iguales podremos resumir adecuadamente los resultados de los efectos simples en su correspondiente efecto principal. Esta circunstancia se dará solo cuando el efecto principal de la variable independiente representada en el eje de abscisas (VI-prin) sea mayor que el de la interacción. (Figuras 6c, y 10a, b, c.)

3. Interpretación de los resultados en una sola gráfica. A pesar de haber recomendado realizar siempre las dos gráficas es muy probable que, por razón de espacio, tenga que hacer una sola gráfica para publicar. A) Si no hay interacción, elegir cualquiera de los dos gráficos. B) Si hay interacción, primero realizar los comentarios de cada una de las variables sobre la gráfica –en borrador– en la que son VI-prin. Como único gráfico para la revista, elegir aquel en el que la VI que tiene un mayor efecto aparece como condicionante. Esto hará que las líneas de los efectos simples estén lo más separadas en sentido vertical y que el lector pueda entender mejor cuál es el efecto de la variable no representada en el eje X.

4. Ordinalidad. El concepto de ordinalidad no añade nada cuando realizamos una gráfica para cada variable. Sirve para comentar las dos VI sobre una sola gráfica. Se refiere al efecto de la VI-cond. Se produce ordinalidad cuando las dos líneas no se tocan,

esto quiere decir que el efecto de la VI-cond es mayor que la interacción y permitirá que su efecto principal sea interpretado. (Véase las Figuras 7c, 8c, 9c y 10c.) Sin embargo, no dice nada sobre la interpretabilidad del efecto principal de la VI-prin en esa gráfica. El hecho de que la representación de la primera variable independiente como principal y de la segunda variable independiente como condicionante presente ordinalidad no asegura que, al representarlas al revés, la segunda como principal y la primera como condicionante, aparezca también ordinalidad. Esto ha resultado confuso a muchos usuarios, que pensaban que la ordinalidad estaba en los datos. Por ejemplo: observe la Figura 10a. No hay ordinalidad. Si representa ahora la VI-cond como VI-prin, se encontrará con una gráfica como la de la Figura 10c, donde si hay ordinalidad. Por lo tanto, la ordinalidad se refiere a la interpretación de una de las variables en uno de los modos de representación de su efecto conjunto sobre la variable dependiente, pero no al conjunto de los resultados. Una vez interpretadas las posibles combinaciones de efectos simples, decir que en una interacción hay ordinalidad no añade ninguna información a la interpretación de los resultados.

Conclusión

El análisis gráfico sirve para entender mejor los resultados de las investigaciones con más de una variable independiente. Evita cometer errores en la interpretación de los efectos principales de las variables independientes. Complementa la conceptualización de la interacción y cómo ésta se ha dado en una investigación concreta. Ayuda a comunicar mejor los resultados de la investigación.

Referencias

- Heiman, G. A. (1995). *Research methods in Psychology*. Boston, MA: Houghton Mifflin Co.
- Keppel, G. (1991). *Design and analysis. A researchers handbook* (3rd ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Keppel, G., Sauffley, W.H. y Tokunaga, H. (1992). *Introduction to design and analysis. A student's handbook* (2nd ed.). New York: Freeman & Co.
- Kerlinger, F.N. y Lee, H.B. (2000). *Foundations of behavioral research* (4th ed.). Fort Worth, TX: Harcourt College Publishers.
- Kirk, R.E. (1995). *Experimental design. Procedures for behavioral sciences* (3rd ed.). Belmont, CA: Wadsworth Inc.
- León, O.G. y Montero, I. (1997). *Diseño de investigaciones* (2ª ed.). Madrid: McGraw-Hill.
- McGuigan, F. J. (1997). *Experimental Psychology. Research Methods* (7th ed.). New York: Prentice Hall.
- Mertens, D.M. (1998). *Research methods in Education and Psychology. Integrating diversity with quantitative and qualitative approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Runyon, R.P., Haber, A., Pittenger, D.J. y Coleman, K.A. (1996). *Foundamentals of behavioral statistics* (8th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Shaughnessy, J.J., Zeichmeister, E.B. y Zeichmeister, J.S. (2000). *Research methods in Psychology* (5th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Winer, B.J., Brown, D.R. y Michels, K.M. (1991). *Statistical principles in experimental design*, (3rd ed.). New York: McGraw-Hill.

Aceptado el 12 de septiembre de 2000