

META-ANÁLISIS: UN PROGRAMA INFORMÁTICO PARA EL CÁLCULO DEL TAMAÑO DEL EFECTO

por

A. Sáez

F. Aliaga

Departamento M.I.D.E. Universitat de Valencia

I. PRESENTACIÓN

Como es bien sabido, una de las principales características del conocimiento científico es su carácter acumulativo. Por esta razón es práctica habitual, al inicio de toda investigación, realizar una revisión de otros estudios anteriores que se hayan ocupado del mismo tema que nos interesa, o de otros relacionados con él, a fin de averiguar el estado actual de conocimientos.

Históricamente, dichas revisiones se han llevado a cabo según un procedimiento que ha dado en llamarse «cualitativo», «narrativo» o «tradicional». Según este 'método', uno o varios investigadores, más o menos expertos en un área específica, resumen los distintos estudios que se han realizado hasta ese momento sobre dicho tema, sacando en consecuencia unas determinadas conclusiones, siempre según su particular punto de vista.

Sin embargo, este tipo de revisiones ha ido sufriendo en los últimos tiempos una gran cantidad de críticas (Feldman, 1971; Light & Smith, 1971; Jackson, 1980). La mayoría de ellas hacen referencia a las carencias metodológicas de este tipo de procedimientos, ya que no existen criterios formales en los que basar tales revisiones. Si a ello añadimos el crecimiento exponencial de las publicaciones científicas, hasta una cuantía que hace prácticamente imposible conocer todo lo publicado sobre un mismo tópico de investigación, resulta evidente que las conclusiones que se suelen sacar de este tipo de revisiones «cualitativas» suelen estar determinadas por variables subjetivas tales como decisiones (más o menos arbitrarias) del revisor, posibilidad de acceso a fuentes de información por parte de ese investigador, etc. Todo este carácter subjetivo de las revisiones «narrativas» van directamente en contra del propio método científico, al que pretenden servir.

Por estos motivos que acabamos de señalar se ha producido, fundamentalmente en la última década, un creciente interés en la búsqueda de otro tipo de procedimientos de revisión de la literatura científica que puedan llevarse a la práctica con un mayor rigor metodológico, alejado, en todo lo posible al menos, del subjetivismo. Para ello se han desarrollado, o mejor dicho, se han adaptado, algunas técnicas estadísticas que permiten sistematizar el proceso de síntesis de la investigación anterior, acudiendo a criterios cuantitativos para ponderar, de modo más objetivo, los distintos resultados sobre una determinada hipótesis. A este conjunto de procedimientos cuantitativos de revisión se les ha dado, en su conjunto, el nombre de «meta-análisis», siguiendo el término propuesto originariamente por Glass (1976), y definido por él mismo como «el análisis de los análisis ... el análisis estadístico de una gran colección de resultados de investigaciones individuales con el propósito de integrar los hallazgos obtenidos» (Glass, 1976. p. 3).

En este contexto, hemos desarrollado un trabajo dirigido a la creación de programas informáticos que permitan implementar las distintas técnicas meta-analíticas. Nos ha movido a ello un triple interés:

- a) *instrumental*: A pesar de que se han desarrollado algunos programas informáticos para poder realizar con ellos estudios meta-analíticos, no todos ellos son fácilmente accesibles, ni están desarrollados en dichos programas todas las técnicas en las que estamos interesados. Por ello hemos creído conveniente crear estos programas, como instrumento a utilizar en posteriores investigaciones.
- b) *didáctico*: Pretendemos iniciar a los estudiantes en las técnicas meta-analíticas enseñándoles a calcular estas técnicas en programas de fácil utilización (de ahí el carácter «amable» de los mismos, con la aparición en pantalla de mensajes lo más claros posibles) y comprensión (por ello los hemos realizado en lenguaje BASIC, muy generalizado y de sencillo aprendizaje). Asimismo se favorece el acercamiento de los alumnos al ordenador, proceso que creemos casi imprescindible en nuestro ámbito de actuación, habida cuenta de la gran ayuda instrumental en que se han convertido en el campo de la metodología de las Ciencias Humanas. Para un mejor cumplimiento de estos requisitos, hemos preferido construir programas ex novo que utilizar otros ya construidos.
- c) *investigador*: al tener disponible los distintos procedimientos de cálculo meta-analítico podemos realizar con ellos diversos estudios comparados.

Estos programas informáticos, que presentamos en este trabajo, están disponibles tanto en su listado BASIC, que añadimos al final de la comunicación, junto con la salida de algún ejemplo de utilización de cada programa, como en diskette de algunos de los tipos de ordenador más difundidos, para conseguir los cuales no hay más que solicitarlos a cualquiera de los autores.

II. PRESENTACIÓN DEL CONTENIDO DEI PROGRAMA

En el ámbito de las técnicas cuantitativas de síntesis de investigaciones ha habido, ya desde los primeros tiempos de su aplicación a estudios agrícolas, en la primera mitad del siglo, dos grandes tipos de procedimientos que suponen estrategias diferentes para comparar y sintetizar los distintos estudios. No hemos de olvidar que las técnicas estadísticas utilizadas en cada uno de las investigaciones a revisar pueden ser distintas entre sí, por lo que nos encontramos en la necesidad de hallar una unidad de medida común que nos permita comparar los distintos estudios. Cada uno de estos dos grandes grupos de procedimientos se definen por la elección de un tipo de «unidad de medida» distinto para realizar dicha comparación.

Por un lado podemos encontrar un conjunto de técnicas que utilizan, como valor cuantitativo resumen de cada estudio, el nivel de significación estadístico encontrado en cada uno de ellos al someter la hipótesis a verificación/ falsación. En general, este tipo de técnicas intentan comprobar que el nivel de probabilidad medio, obtenido a partir de los distintos estudios bajo revisión, contrasta la hipótesis significativamente. De entre las numerosas técnicas meta-analíticas desarrolladas que se basan en la acumulación de los niveles de probabilidad podemos citar el método de Fisher (1932), la suma de puntuaciones z de Stouffer (1949), la suma de probabilidades de Edginton (1972), el método Logit (George, 1977), etc. Desgraciadamente, este tipo de procedimientos plantea grandes limitaciones tanto en la interpretación de sus resultados como en cantidad y calidad de datos aportados (no nos informan, por ejemplo, ni de la magnitud, ni de la dirección, ni de la consistencia a través de los distintos estudios, de los hipotéticos efectos observados). Por ello este conjunto de técnicas, basadas en la acumulación de niveles de probabilidad, van cayendo progresivamente en desuso o, cuando menos, requieren ir acompañadas del otro tipo de técnicas (Hedges y Olkin, 1985). Debido a estos problemas hemos centrado nuestro interés inicial en este otro tipo de procedimientos, por lo que los programas desarrollados no se ocupan de las técnicas basadas en la acumulación de niveles de probabilidad.

Este segundo conjunto de procedimientos utiliza como «unidad de medida» común, para poder integrar los distintos estudios, el llamado «tamaño o magnitud del efecto». El término de «tamaño del efecto» fue propuesto por Glass para indicar que se estaba midiendo «el grado en que el fenómeno está presente en la población o el grado en que la hipótesis nula es falsa» (Glass, 1976, pags. 9-10). Se trata de una unidad de medida abstracta, a la que pueden transformarse los resultados de los distintos estudios, estén estos medidos en la escala que sea. Se trata, pues, de un procedimiento para poder combinar resultados de estudios que utilizan distintas escalas de medida. Glass (1976) sugirió que como medida del tamaño del efecto podían utilizarse dos tipos de índices ya desarrollados: (a) la diferencia media tipificada de Cohen (1969) y (b) el coeficiente de correlación producto-momento de Pearson, existiendo entre ambos índices una relación matemática ya conocida. Hemos de señalar que otros autores han propuesto otros índices para medir el

«tamaño del efecto», tales como estimadores no paramétricos (Kraemer y Andrews, 1982; Hedges y Olkin, 1984) o medidas de la proporción de varianza explicada (Glass et al. 1981; Green y Hall, 1984; Rosenthal, 1984), aunque este tipo de índices son mucho menos utilizados, ya que plantean algunos problemas (requieren demasiada información, habitualmente no disponible, no informan de la dirección de las diferencias, etc.) sin aportar ventajas apreciables (Hedges y Olkin, 1985).

El programa que presentamos, llamado TAMEFECT, nos permite calcular algunos de estos índices de medida del tamaño del efecto, fundamentalmente aquellos basados en la diferencia media tipificada y en el coeficiente de correlación. En concreto, el programa nos permite hacer la transformación a estos índices desde diversos estadísticos de frecuente uso en la investigación educativa, tales como la prueba T, la prueba F, la razón F o la prueba χ^2 , probabilidad de una cola en la distribución normal, etc. En concreto, los índices de medida del tamaño del efecto que nos calcula este programa son:

- La diferencia media tipificada o «d» de Cohen, que junto con el siguiente son las dos medidas originalmente propuestas por Glass (1976).
- El coeficiente de correlación producto-momento de Pearson r_{xy} .
- El coeficiente de determinación $(r_{xy})^2$, que además de ser un derivado directo del coeficiente de correlación de Pearson es una medida de la proporción de varianza común.
- El «binomial effect size display» (BESD). Se trata de una aplicación del coeficiente de correlación como medida de tamaño del efecto, propuesta por Rosenthal (1983) y Rosenthal y Rubin (1979, 1982), y en la cual se dicotomizan ambas variables (en el caso de un estudio experimental se divide la variable independiente en grupo experimental y grupo control, y la variable dependiente en proporción de éxito y de fracaso), ya que frecuentemente se utilizan las técnicas meta-analíticas para comprobar la eficacia de un tratamiento.

La utilización del programa es muy sencilla. Al inicio del mismo aparecen en pantalla un menú con los estadísticos que suelen utilizarse más frecuentemente en la investigación educativa, habiendo de seleccionar el usuario aquel que se haya utilizado en el estudio del que desea conocer el tamaño del efecto. Una vez hecho esto, el programa calcula los distintos índices de medida de tamaño del efecto citados anteriormente, apareciendo en pantalla dichos valores.

Si por ejemplo, encontramos un estudio donde se informa de una prueba t y deseamos saber el tamaño del efecto correspondiente; debemos introducir en el programa el valor de la prueba t y sus grados de libertad ($t=2.45$, $gl=26$). El programa ofrece los siguientes resultados:

COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	R= 0.4611
COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN	R ² = 0.2127
TAMAÑO DEL EFECTO BINOMIAL DESDE	0.2694 HASTA 0.7306
DIFERENCIA MEDIA TIPIFICADA	D= 1.0394

BIBLIOGRAFÍA

- COHEN, J. (1969): *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Academic Press, New York.
- EDGINTON, E. S. (1972): An Additive Method for Combining Probabylity Values from Independent Experiments. *Journal of Psychology*, 80, 351-363.
- FELDMAN, K. A. (1971): Using the Work of Others: Some observations on Reviewing and Integrating. *Sociology of Education*, 44, 86-102.
- FISHER, R. A. (1932): *Statistical Methods for Research Workers* (4.th Ed). Oliver and Boyd, London.
- GEORGE, E. O. (1977): *Combining Independent One-Side and Two-Side Statistical Tests. Some Theory and Applications*. Doctoral dissertation, University of Rochester.
- GLASS, G. V. (1976): Primary, Secondary, and Meta-Analysis of Research. *Educational Research*, 5, 3-8.
- GLASS, G.V.; MCGAW, B. & SMITH, M. L. (1981): *Meta-Analysis in social Research*. Sage, Beverly Hills.
- GREEN, B. F. & HALL, J. A. (1984): Quantitative Methods for Literature Reviews. *Annual Review of Psychology*, 35, 37-53.
- HEDGES, L. V. & OLKIN, I. (1984): Nonparametric Estimators of Effect Size in Meta-Analysis. *Psychological Bulletin*, 93, 573-580.
- HEDGES, L. V. & OLKIN, I. (1985): *Statistical Methods for Meta-Analysis*. Academic Press, Orlando.
- JACKSON, G. B. (1980). Methods for Integrative Reviews. *Review of Educational Research*, 50, 438-460.
- KRAEMER, H. C. & ANDREWS, G. (1982): A Nonparametric Technique for Meta-Analysis Effects Size Calculation. *Psychological Bulletin*, 91, 404-412.
- LIGHT, R. J. & SMITH, P. V. (1971): Accumulating Evidence: Procedures for Resolving Contradictions among Different Research Studies. *Harvard Educational Review*, 41, 429-471.
- McDANIEL, M. A. (1985): Computer Programs for Calculating Meta-Analysis Statistics. *Educational & Psychological Measurements*, 46, 175-177.
- MULLEN, B. (1983): A BASIC Program for Meta-Analysis of Effect Size using R, BESD, and D. *Behavior Research Methods and Instrumentation*, 15, 392-393.
- MULLEN, B. & ROSENTHAL, R. (1985): *BASIC Meta-Analysis*. Erlbaum, Hillsdale.
- ROSENTHAL, R. (1983): Assessing The Statistical And Social Importance of Effects of Psychotherapy. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 51, 4-13.
- ROSENTHAL, R. (1984): *Meta-Analytic Procedures for Social Research*. Sage, Beverly Hills.
- ROSENTHAL, R. & RUBIN, D. B. (1979): A Note of Percent Variance Explained as a Measure of the Importance of Effects. *Journal of Applied Social Psychologist*, 9, 395-396.
- ROSENTHAL, R. & RUBIN, D. B. (1982): A Simple, General Purpose Display of Magnitude of Experimental Effect. *Journal of Educational Psychology*, 74, 166-169.
- STOUFFER, S. A.; SUCHMAN, E. A.; DEVINNEY, L. C.; STAR, S. A. & WILLIAMS, R. M. (1949): *The American Soldier, Volume 1. Adjustment during Army Life*. University Press, Princeton.

LISTADO DEL PROGRAMA

```

10 ' PROGRAMA CALCULO DEL TAMAÑO DEL EFECTO
20 CLS:PRINT TAB(26);"CALCULO DEL TAMAÑO DEL EFECTO"
30 PRINT

```

```

40 PRINT:PRINT TAB(26);"<C> M.I.D.E VALENCIA 1990": PRINT: PRINT:
PRINT: PRINT
50 ***** MENU *****
60 PRINT TAB(30) "ESTADISTICOS":PRINT
70 PRINT TAB(25) " 1) PRUEBA T"
80 PRINT TAB(25) " 2) COEFICIENTE DE CORRELACION"
90 PRINT TAB(25) " 3) PRUEBA Z"
100 PRINT TAB(25) " 4) RAZON F CON 1 GL EN EL NUMERADOR"
110 PRINT TAB(25) " 5) JI-2 CON 1 GL"
120 PRINT TAB(25) " 6) DIFERENCIA MEDIA TIPIFICADA"
130 PRINT TAB(25) " 7) PROBABILIDAD DE UNA COLA"
140 PRINT:PRINT TAB(25) " 0) FIN":PRINT:PRINT
150 PRINT TAB(25) «ELIGE OPCION? ";
160 Q$=»»:WHILE Q$<«0» OR Q$>«7»:Q$=INKEY$:WEND:PRINT:PRINT
170 IF Q$=«0» THEN END
180 ON VAL(Q$) GOSUB 290,350,390,440,490,540,580
190 D=(2*TE)/(SQR(1-(TE^2)))
200 PRINT:PRINT:PRINT
210 PRINT «COEFICIENTE DE CORRELACION R=»»:PRINT USING
«####.####»;TE
220 PRINT:PRINT «COEFICIENTE DE DETERMINACION R^2=»»:PRINT
USING «####.####»;TE^2
230 PRINT:B=.5+TE/2
240 PRINT «TAMAÑO DEL EFECTO BINOMIAL DESDE»»:PRINT USING
«##.####»;1-B;
250 PRINT « HASTA»»:PRINT USING «##.####»;B
260 PRINT:PRINT «DIFERENCIA MEDIA TIPIFICADA D=»»:PRINT USING
«####.####»;D
270 PRINT:PRINT:PRINT « PULSA UNA TECLA PARA CONTINUAR
«:;WHILE INKEY$=»»:WEND:RUN
280 ***** PRUEBA T
290 INPUT «INTRODUCE EL VALOR DE LA PRUEBA T»;T
300 PRINT
310 INPUT «INTRODUCE LOS GRADOS DE LIBERTAD ASOCIADOS
(GL)»;GL
320 TE=SQR(T^2/(T^2+GL))
330 RETURN
340 ' ***** COEFICIENTE DE CORRELACION
350 INPUT «INTRODUCE EL COEFICIENTE DE CORRELACION (R)»;R
360 TE=R
370 RETURN
380 ' ***** PRUEBA Z
390 INPUT «INTRODUCE EL VALOR DE LA PRUEBA Z»;Z

```

```
400 INPUT «INTRODUCE EL TAMAÑO DE LA MUESTRA»;N
410 TE=SQR(Z^2/(Z^2+N))
420 RETURN
430 ***** RAZON F
440 INPUT «INTRODUCE EL VALOR DE LA PRUEBA F»;F
450 INPUT «INTRODUCE GRADOS DE LIBERTAD DEL
DENOMINADOR»;GL
460 TE=SQR(F/(F+GL))
470 RETURN
480 ***** JI-2
490 INPUT «INTRODUCE EL VALOR DE LA PRUEBA JI-2»;JI
500 INPUT «INTRODUCE EL TAMAÑO DE LA MUESTRA»;N
510 TE=SQR(JI/N)
520 RETURN
530 ***** DIFERENCIA MEDIA TIPIFICADA
540 INPUT «INTRODUCE EL VALOR DE LA DIFERENCIA MEDIA
TIPIFICADA»;D
550 TE=D/SQR((D^2)+4)
560 RETURN
570 ***** PROBABILIDAD UNA COLA
580 INPUT «INTRODUCE LA PROBABILIDAD DE UNA COLA»;P
590 INPUT «INTRODUCE LOS GRADOS DE LIBERTAD ASOCIADOS»;GL
600 IF P>.5 THEN P=1-P
610 Q=SQR(LOG(1/P^2));Z=Q-((2.515517+.802853*Q+.010328*Q^2)/
(1+1.432788*Q+.189269*Q^2+.001308*Q^3))
620 R=Z*Z/GL;TE=SQR(R)
630 RETURN
```