

LA ESTADÍSTICA EN LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

Javier Gil Flores*

RESUMEN

Partiendo de una reflexión sobre el concepto de Estadística, examinamos el papel que esta disciplina juega en la investigación educativa. Frente a los tópicos de que las técnicas estadísticas resultan útiles en la investigación positivista y, en particular, en la fase de análisis de datos, defendemos la idea de que pueden ser empleadas en otros momentos del proceso de investigación y desde otros enfoques. Finalizamos presentando algunos factores que limitan el uso de la Estadística en la investigación educativa.

Palabras clave: métodos de investigación, estadística aplicada, investigación educativa.

ABSTRACT

Starting from a reflection on the concept of Statistics, we examine the role that this discipline plays in educational research. Facing the topic that the statistical techniques are useful in the quantitative research and, in particular, in data analysis, we support the idea that Statistics are useful in other moments of the research process and from other focuses. We conclude presenting some factors that limit the use of the Statistics in educational research.

Key words: research methods, applied statistics, educational research.

Pocas objeciones pueden hacerse a la idea de que la Estadística es una herramienta fundamental para la investigación científica, y consideramos que esta afirmación es igualmente válida en el caso de la investigación educativa. De ahí, que muchas titula-

* Dpto. DOE y MIDE. Universidad de Sevilla.

ciones universitarias, y en particular las del ámbito de las Ciencias de la Educación, incluyan en sus planes de estudios asignaturas de contenido estadístico, que frecuentemente encuentran una continuidad en la formación investigadora dispensada a través de los programas de Tercer Ciclo.

Sin embargo, la Estadística trasciende el contexto académico y está presente en distintos ámbitos de la actividad humana. Si examinamos el sentido que popularmente se da a la Estadística, encontramos que la opinión pública está más familiarizada con el término *estadísticas*, en plural. Con frecuencia aparecen en los medios de comunicación informaciones acerca de acontecimientos de las esferas política, económica o social, que vienen expresadas en forma de o acompañadas de estadísticas. Así, podemos referirnos a las estadísticas sobre los resultados de unos comicios, la evolución del IPC en las distintas comunidades autónomas, la superficie forestal devastada por los incendios en la última década,... En definitiva, la idea de estadísticas en el hombre de la calle quedaría asociada a la de una información numérica, a veces apoyada mediante la representación gráfica, con la que se pretende expresar la importancia cuantitativa o magnitud de algunos fenómenos, sucesos, realidades o se muestra comparativamente su modificación al variar las coordenadas espacio-tiempo.

Las estadísticas, desde esta percepción, se traducen en un conjunto de datos numéricos recogidos sobre una realidad o a los productos de su procesamiento a través de la aplicación de un método sistemático de trabajo. Los procedimientos para llegar a esos resultados, consistentes en la recopilación, ordenación y presentación constituirían la *estadística* (esta vez en singular). El estadístico, por tanto, aparece como alguien que recopila grandes cantidades de información cuantitativa y después consigue obtener valores numéricos representativos de esa información, los cuales permitirán tal vez fundamentar la adopción de medidas de tipo político, económico, administrativo... Sin embargo, la recopilación y descripción de conjuntos de datos numéricos es sólo una de las tareas de la Estadística.

Esta idea de la Estadística asociada a conjuntos de informaciones expresadas numéricamente ha estado presente desde sus orígenes, pero el concepto de estadística ha evolucionado históricamente. Las definiciones iniciales que limitaban la Estadística a los métodos de recopilación y ordenación de datos, clasificados y corregidos, acerca de aspectos de interés para la administración de los Estados, dieron paso en una etapa posterior a otras que caracterizan la Estadística como una verdadera ciencia, estrechamente conectada a la teoría de las probabilidades. Tras fusionarse en el siglo XIX con la corriente de estudios sobre el cálculo de probabilidades, se constituyó en una rama de la matemática aplicada, entendiéndose ésta como el uso de los principios y modelos matemáticos en diversos ámbitos de la ciencia o la técnica. Dentro de la propia Estadística, a su vez, podemos diferenciar dos vertientes: una que ha sido denominada con los calificativos de formal, teórica, matemática o pura, y otra que conocemos como Estadística aplicada. Esta última juega un papel clave en muchos ámbitos científicos, al servicio de la investigación y el análisis de la realidad.

Alcanzar una definición única de la ciencia estadística resulta una tarea difícil. De acuerdo con los datos aportados por Piatier (1967), ya en 1870 el número de definiciones se elevaba a 63 y, en 1935, Willcox presentaba hasta un total de 115 definiciones en

su artículo *Definitions of statistics*, aparecido en el número tres de la *Revue de l'Institut International de Statistique*. En este sentido, cabe también mencionar la conocida afirmación que realizara sir M.G. Kendall en 1945, señalando que entre los temas respecto a los que los estadísticos no están de acuerdo, se encuentra precisamente la definición de su propia ciencia. Y llegaríamos a la conclusión de que esta idea posiblemente conserva cierta vigencia, si examináramos la variedad de definiciones que muchos manuales dedicados a esta materia incluyen en prefacios, introducciones o capítulos iniciales que tratan de concretar el campo de estudio en el que se centrará la obra. Desde nuestro punto de vista, en una definición de Estadística resultarían característicos rasgos como los que sintetizamos a continuación:

- La Estadística es una ciencia que tiene por objeto el estudio de métodos y técnicas para el tratamiento de conjuntos de datos numéricos.
- Las técnicas estadísticas permiten la descripción de conjuntos de datos y la inferencia sobre conjuntos más amplios.
- Los métodos desarrollados por la Estadística pueden ser aplicados en distintos campos del saber, constituyendo un importante instrumento para el estudio científico.

Centrando la atención sobre la Estadística aplicada al campo de la investigación educativa, la Estadística habrá de ser vista como un conjunto de métodos, técnicas y procedimientos para el manejo de datos, su ordenación, presentación, descripción, análisis e interpretación, que contribuyen al estudio científico de los problemas planteados en el ámbito de la educación y a la adquisición de conocimiento sobre las realidades educativas, a la toma de decisiones y a la mejora de la práctica desarrollada por los profesionales de la educación.

Volviendo a la imagen popular de la Estadística, entre las personas que no se cuentan entre sus estudiosos o aplicadores ha sido a veces objeto de definiciones —o mejor, calificaciones— que encierran una cierta crítica, tratando de cuestionar los métodos del conocimiento estadístico y en consecuencia los resultados derivados de la aplicación de los mismos. Lógicamente se trata de definiciones que desde el punto de vista epistemológico no tienen mayor interés, pero que apuntan hacia concepciones que podrían encontrarse entre las ideas previas del ciudadano común y también del profano que inicia el estudio sistemático de esta disciplina.

Así, la caricaturización de la Estadística queda reflejada en afirmaciones de tono humorístico como: «la estadística es la ciencia que explica cómo si tú te comes dos pollos y yo ninguno, nos hemos comido uno cada uno por término medio» (Peña, 1987:19-20) o la frase de Bernard Shaw «si un hombre tiene la cabeza en un horno y los pies en la nevera, su cuerpo está a una temperatura media ideal». La Estadística, desde este punto de vista, sería la ciencia que permite ocultar las diferencias individuales a través de los valores promedio. Esta creencia de que puede servir, más que para revelar, para ocultar información ha dado lugar a que la Estadística haya podido ser considerada un instrumento al servicio del engaño o la manipulación. El estadístico, según Glass y Stanley (1980), ha sido tachado de mentiroso y se le ha acusado del delito de

ejercer el arte de mentir con estadísticas, manteniendo una apariencia de objetividad y veracidad. Macauley (citado en Piatier, 1967) afirmaba que «las cifras dicen siempre lo que un hombre inteligente quiere que digan», y se atribuye a Benjamin Disraeli, político conservador británico que llegó a ser primer ministro de la Reina Victoria, la frase «hay tres clases de mentiras: la mentira ordinaria, la mentira mal intencionada y la estadística».

Contrarrestar estas opiniones, que dibujan una imagen de la Estadística apoyada en actitudes de temor, recelo o desprecio, exige que hagamos hincapié en un correcto uso de los métodos estadísticos, para lo cual resulta imprescindible un buen conocimiento de los mismos, de las condiciones en que pueden ser aplicados y del significado de los resultados obtenidos. En realidad, las «mentiras» de la Estadística derivan no de ésta en sí misma, sino de la eventual falta de conocimientos o sentido común por parte de quienes la aplican y del uso interesado de la misma. Sobre estas consideraciones acerca del uso abusivo de la Estadística, volveremos más adelante, cuando abordemos los riesgos que entraña la utilización de la Estadística en el estudio de la realidad educativa.

I. LA ESTADÍSTICA EN EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN

Habitualmente se acepta que la Estadística resulta una herramienta de trabajo útil en la investigación educativa en la medida en que ofrece técnicas y procedimientos que pueden ser aplicados en la etapa de análisis de datos. Aceptando que ésta es la aplicación de mayor peso en el contexto de la investigación educativa, a través de los párrafos que siguen trataremos de atenuar el valor de lo que podrían suponer concepciones reduccionistas, ocupándonos del papel que la Estadística también desempeña en momentos del proceso de investigación diferentes a la fase de análisis de datos.

a) Planteamiento del problema y formulación de hipótesis

La Estadística está presente en la formulación del problema de investigación. El proceso de investigación constituye un todo interrelacionado en el que las decisiones sobre cualquiera de los elementos suponen condicionantes de cara a los restantes elementos del proceso. Desde esta perspectiva, la formulación del problema determinará en buena medida el tipo de datos que es necesario recoger, las técnicas de recogida adecuadas para ello y los procedimientos estadísticos que se utilizarán en el análisis. Por otra parte, entre las características que debe poseer cualquier problema de investigación se encuentra su resolubilidad, aspecto que a veces sólo queda garantizado si contamos con técnicas estadísticas adecuadas, capaces de abordar los interrogantes de partida. Por ejemplo, el planteamiento de problemas que supongan comparaciones entre múltiples grupos no podría hacerse sin contar con técnicas como el análisis de la varianza; un gran número de problemas de investigación en los que se incluyen múltiples dimensiones o variables simultáneamente de hecho no han llegado a ser estudiados hasta contar con técnicas de análisis multivariante que permiten abordarlos.

El mismo argumento podría utilizarse para justificar la presencia de la Estadística en la formulación de hipótesis. La formulación de hipótesis no puede hacerse de espaldas a consideraciones acerca de las técnicas estadísticas que permitirán su contrastación. Como afirman Arnal, Del Rincón y Latorre (1992), el investigador se ve en la necesidad de salvaguardar la coherencia entre la teoría, la hipótesis y el posterior análisis estadístico que le permitirá aceptarla o rechazarla. En el marco de los programas de investigación positivistas la hipótesis científica, para ser contrastada, suele ser expresada en términos estadísticos, dando paso a la aplicación de técnicas para el contraste de hipótesis.

En el planteamiento del problema y la posterior formulación de hipótesis han de tenerse en cuenta tanto el marco teórico como los trabajos previos realizados sobre el mismo tema, a cuya revisión podrían contribuir técnicas de metaanálisis, aplicadas a la síntesis e interpretación tanto de los resultados obtenidos en la investigación como de los métodos utilizados para ello (Gómez Benito, 1987; Sánchez y Ato, 1989). Los resultados a los que nos conduce el metaanálisis son síntesis de los obtenidos en las diferentes investigaciones realizadas sobre un tema, nos informan sobre el rigor de la misma, los métodos empleados, la representatividad de las muestras, la fiabilidad y validez de los estudios. Una vía para determinar las tendencias dominantes en el modo de abordar el estudio de un tema, los aspectos del mismo que son objeto de mayor atención por parte de la comunidad científica, o los autores que por encontrarse entre los más citados gozan de mayor autoridad, la constituye la utilización de revisiones bibliométricas, en las que a través de estudios estadísticos se pueden poner de manifiesto las tendencias que se dibujan en publicaciones o investigaciones sobre un tema. Las bases documentales informatizadas permiten con facilidad realizar estadísticas acerca del número de registros relativos a diferentes tópicos, lo cual nos aporta cierta aproximación a la importancia y relevancia de distintos objetos de investigación o modos de abordarlos a lo largo de una determinada época.

Todo este tipo de resultados estadísticos en ningún modo sustituyen a la revisión exhaustiva de la literatura y el estudio del marco teórico-conceptual en el que se inscribe el trabajo de investigación, pero constituyen una información complementaria en manos del investigador a la hora de concretar el objeto de interés y fundamentar su estudio.

Por otra parte, a veces la formulación del problema no se apoya sólo en resultados de investigaciones anteriores, sino que el investigador recurre a trabajos descriptivos previos o estudios pilotos, en los que el empleo de la Estadística puede contribuir a clarificar el problema en estudio. Los resultados de una descripción estadística acerca de determinadas variables implicadas en algún fenómeno educativo, podrían dar pie a que se formularan hipótesis en las que se contemple la relación entre variables; y estudios basados en la obtención de medidas estadísticas de correlación entre variables facilitarían el planteamiento de problemas y la formulación de hipótesis que suponen relaciones de causalidad. Tatsuoka y Tiedeman (1963), en su trabajo sobre la Estadística en el método científico, insisten en esta posibilidad, afirmando el papel de las técnicas estadísticas en el desarrollo de constructos teóricos e hipótesis acerca de las relaciones entre ellos. De este modo, la Estadística está presente en la fase inductiva del método

científico, contribuyendo a la creación de modelos teóricos a partir de los cuales se deducirán hipótesis contrastables que relacionan variables observables.

b) *Diseño de investigación*

La Estadística forma parte de los diseños de investigación experimentales. Como es sabido, en el concepto de diseño es posible contemplar de un lado la organización de los aspectos que constituyen el experimento y, de otro, el procedimiento estadístico que hará posible la interpretación de los resultados (Fisher, 1953). Para Kerlinger (1981:214), el principio estadístico en el que descansa el diseño es maximizar la varianza sistemática, regular la varianza sistemática extraña y minimizar la varianza de error. Las técnicas estadísticas constituyen una parte contemplada en el diseño del experimento en la medida en que facilitarán el análisis de los datos y posibilitarán el control de la varianza debida a variables extrañas. Si dentro del diseño del experimento se consideran grupos experimentales y grupos control, que antes de la aplicación de los tratamientos han de ser equivalentes, el investigador necesitará recurrir a técnicas estadísticas para el contraste de hipótesis acerca de la existencia de diferencias entre los grupos y comprobar de ese modo la equivalencia pretendida.

Además, la Estadística está presente cuando el diseño incluye la selección de sujetos. La teoría de muestras proporcionará tanto los procedimientos de selección como la determinación del tamaño muestral necesario para mantener el error y la confianza dentro de límites aceptables.

La recogida de datos es una tarea en la que aparentemente no parecen jugar un papel las técnicas estadísticas. Sin embargo, la Estadística está de manera implícita presente si consideramos el modo en que se elaboran los instrumentos utilizados para la recogida de datos (tests, cuestionarios, protocolos de observación, etc.). A esta disciplina corresponde un papel crucial en la construcción de tales instrumentos, dado que las técnicas estadísticas están en la base de los procedimientos por los cuales se analizan sus características técnicas. Por citar algunos ejemplos, la determinación de la fiabilidad y validez de algunos instrumentos se apoya directamente en coeficientes de correlación; la aplicación de técnicas de análisis de componentes principales o análisis factorial permite explorar o confirmar la dimensionalidad de los instrumentos; los métodos para el análisis de ítems, en la teoría clásica de los tests o en la teoría de respuesta al ítem, se basan en correlaciones y en la estimación de parámetros recurriendo a diferentes procedimientos estadísticos, tales como los métodos de máxima verosimilitud o los métodos de inferencia bayesiana; tests como el de chi-cuadrado permiten valorar el grado de ajuste de las respuestas a los ítems a modelos logísticos de uno, dos o tres parámetros.

Al margen de todo el aparato estadístico que se esconde tras la elaboración o el análisis de los instrumentos de recogida de datos, la Estadística puede participar indirectamente en la operación de recogida proporcionando primeras elaboraciones de los datos en el momento mismo de su registro. Por ejemplo, cuando tras aplicar un test se registran los resultados en forma de percentiles o eneatis, resultantes de la comparación de la puntuación del sujeto con un grupo normativo.

c) *Análisis de datos*

Ya hemos destacado la importancia de las técnicas estadísticas en la fase de análisis de datos. Traigamos aquí, para insistir en esta idea, las palabras de De la Orden (1985:XXI), cuando afirma que «la forma más adecuada de razonar sobre la base del gran número de observaciones exigidas para el estudio experimental de la educación, con pretensión generalizante, es la Estadística».

De acuerdo con el concepto de Estadística que hemos apuntado, a la Estadística corresponden tareas de organización, descripción, análisis y presentación de datos acerca de las muestras estudiadas, y también de generalización de los resultados a las poblaciones de donde las muestras fueron extraídas. El análisis estadístico de los datos supone una descripción de éstos, el descubrimiento de regularidades y la inferencia de características relativas a conjuntos más amplios que los directamente estudiados.

d) *Obtención de conclusiones y redacción del informe*

Recordando las palabras de Siegel (1991:20), «la estadística nos proporciona herramientas que formalizan y uniforman nuestros procedimientos para sacar conclusiones». De alguna forma, las conclusiones están predeterminadas por el tipo de técnicas estadísticas que utilicemos. Un análisis de regresión, por ejemplo, nos permitirá obtener conclusiones acerca de la posibilidad de que determinadas variables independientes puedan predecir el valor observado en una variable dependiente; un análisis de conglomerados nos llevará a concluir sobre formas de agrupamiento entre los individuos u objetos que estudiamos; un análisis simple de la varianza supondrá llegar a conclusiones acerca de las diferencias significativas entre las medias de diferentes grupos; etc. En cualquier caso, la Estadística estará presente a la hora de elaborar las conclusiones, aportando las claves para la interpretación de los resultados del análisis.

La presentación de las conclusiones, así como de todo el proceso de investigación, debe contar con la inclusión de resultados estadísticos. Aunque no se trata de una aplicación de técnicas estadísticas en el momento de redactar el informe, sí que la Estadística está de algún modo presente a la hora de mostrar los resultados. Las conclusiones de un estudio se verán convenientemente ilustradas mediante la presentación de tablas, cuadros, etc. recogiendo medias, porcentajes, coordenadas, correlaciones, o cualquier otro tipo de estadísticos. La inclusión de los pesos factoriales de las variables consideradas en un análisis factorial, por ejemplo, es imprescindible si queremos ilustrar el modo en que cada factor se ve saturado por las variables observadas.

Otro tanto podemos decir acerca de los resultados estadísticos expresados gráficamente. La utilización de determinadas técnicas estadísticas y la intención posterior de comunicar los resultados obtenidos requieren incluir representaciones estrechamente vinculadas a aquéllas en los informes de investigación. Técnicas como el análisis de conglomerados, el path-analysis o el análisis de correspondencias, son indisolubles de formas de representación gráfica como dendogramas, diagramas de flujos o gráficos factoriales, respectivamente.

En cuanto a la calidad de las investigaciones, la Estadística aporta sus procedimientos para garantizar la validez interna y la validez externa en los experimentos. Procedimientos de muestreo aleatorio y técnicas estadísticas como el análisis de la covarianza, para controlar el efecto de variables intervinientes que pudieran enmascarar el efecto de las variables independientes, resultan recursos útiles en este sentido.

2. LA ESTADÍSTICA Y LOS PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN POSITIVISTAS

Frecuentemente, entre los rasgos diferenciadores de los programas de investigación positivistas frente a otros programas (sobre todo interpretativos) se encuentra el carácter cuantitativo de las estrategias, técnicas e instrumentos de recogida de datos y en los procedimientos para el análisis de los mismos. Pero de acuerdo con las posiciones integradoras, actualmente más extendidas, deberíamos considerar que los métodos cuantitativos pueden ser empleados tanto desde enfoques positivistas como desde enfoques interpretativos o críticos. A pesar de este tipo de planteamientos superadores de la tradicional oposición entre lo cuantitativo y lo cualitativo, lo habitual en la investigación educativa es que no sea muy frecuente encontrar investigaciones de tipo interpretativo en las que se recurre a la Estadística y, por el contrario, que la utilización de ésta sea mucho más amplia e intensa en las investigaciones enmarcadas dentro de los programas positivistas.

Una prueba de ello puede hallarse en el interesante estudio empírico de Morales (1995), realizado sobre una muestra de 92 artículos y capítulos de libros referidos a las metodologías de investigación cualitativa y/o cuantitativa. De acuerdo con las conclusiones de aquel estudio, el modelo ideal de metodología cuantitativa se caracteriza, entre otros aspectos, por su asociación a las concepciones epistemológicas positivistas y por el uso de la Estadística en el análisis de datos, mientras que la metodología cualitativa queda caracterizada por concepciones interpretativas o fenomenológicas y por el análisis de los datos siguiendo vías diferentes a la Estadística.

Tomando como marco la presencia de las técnicas estadísticas directa o indirectamente en los diferentes momentos del proceso de investigación educativa, podríamos destacar técnicas y procedimientos estadísticos que resultan especialmente característicos de los métodos descriptivos, correlacionales y experimentales empleados en la investigación desarrollada desde una perspectiva científico-experimental.

En el caso de los *métodos descriptivos*, el propósito del investigador es llegar a describir las características de un objeto, hecho o fenómeno a partir de algún modo de observación sistemática del mismo, una vez que éste ya se ha producido. La Estadística cuenta con un amplio abanico de técnicas que contribuyen directa o indirectamente al objetivo de la descripción de un conjunto de datos. Por ejemplo, cuando los datos recogidos se refieren a una sola variable, las técnicas estadísticas disponibles son las propias de la Estadística descriptiva univariable, y la Estadística multivariante también cuenta con técnicas apropiadas al objetivo de la descripción de fenómenos o realidades educativas.

En los *métodos correlacionales*, la presencia de la Estadística es indispensable, en la medida en que el establecimiento de relaciones entre variables se apoya directamente

en índices, técnicas o procedimientos estadísticos específicos. Además del uso de la correlación, los métodos correlacionales se caracterizan por el empleo de técnicas estadísticas que permiten estudiar las covariaciones que se dan entre los fenómenos educativos en los que concurren múltiples aspectos o dimensiones.

Además de éstas, en los estudios en que la finalidad no es únicamente identificar y valorar la magnitud de las interrelaciones que se dan entre variables implicadas en determinados fenómenos, sino también conseguir un cierto grado de predicción de determinadas variables o efectos, están presentes técnicas estadísticas apropiadas.

Dadas las dificultades que a veces presenta la realización de experimentos en el campo de la investigación educativa, se han desarrollado técnicas estadísticas que permiten llegar a determinar un cierto nivel de relación causal sin necesidad de recurrir al experimento. A partir de matrices correlacionales, los modelos de análisis de estructuras de covarianza dan una respuesta interesante a este tipo de situaciones.

El uso de la Estadística aparece también estrechamente vinculado a los *métodos experimentales*, en los que el objetivo es determinar diferencias entre grupos debidas a la intervención de una variable experimental o independiente. El análisis de los efectos producidos por la manipulación de variables independientes se apoya en métodos estadísticos para el contraste de grupos. Una preocupación fundamental en los métodos experimentales radica en el control sobre la situación. Siguiendo a Tejedor (1984), existen diferentes modos de reducir el error experimental, debido a la existencia de fuentes de variación extrañas, en los diseños de investigación. Un modo de abordarlo sería prestar un especial interés por reducir los errores de medida, para lo cual, entre otros aspectos relevantes, cabría situar la preocupación por la calidad de los instrumentos de medición y la calidad de las medidas. En relación a la construcción de tales instrumentos ya fue destacado anteriormente el papel que juegan los procedimientos estadísticos. Otros procedimientos específicos para reducir el error experimental pasarían por el ajuste estadístico de los datos con el fin de controlar la influencia de otras variables; una preocupación fundamental será determinar la varianza explicada por las variables independientes objeto de estudio, separándola de la varianza debida a otras variables cuya influencia sobre la variable dependiente se supone, pero que no centran el interés del investigador.

Si bien los procedimientos físicos resultan ser el medio más adecuado para el control de variables en la experimentación desarrollada en ciencias físico-naturales, en el campo de las ciencias humanas, y en particular en la investigación educativa, este tipo de control no es posible. En nuestro campo, estamos lejos de lograr situaciones en las que el experimentador posee un dominio casi absoluto, como se contempla en la tradición experimental de Fisher. En este contexto, la solución al control de las variables se consigue a través de técnicas estadísticas. Por ejemplo, conseguir la aleatorización en la constitución de grupos cuando éstos existen de forma natural sería difícil. Por ese motivo, las variables extrañas podrían estar presentes en los grupos constituidos con distintos niveles, haciendo que los grupos sean diferentes antes de comenzar el experimento. Gracias a la utilización de técnicas estadísticas como el análisis de covarianza, es posible suplir el control riguroso de la situación en este tipo de experimentos, pues mediante tal técnica se consigue un ajuste estadístico de los datos que permita compa-

rar los grupos después de la aplicación del tratamiento como si se hubiera partido de una situación inicial de equivalencia.

Esta potencialidad de las técnicas estadísticas cuando el experimentador carece de control sobre la situación experimental era ya anunciada por Campbell y Stanley (1963), al afirmar que «una capacitación más a fondo de los investigadores educacionales en técnicas modernas de estadística experimental permitiría elevar la calidad de la experimentación pedagógica».

3. LA ESTADÍSTICA EN LOS PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN CUALITATIVOS

Para algunos, aún siguen siendo irreconciliables el análisis estadístico de datos y la investigación que se desarrolla desde planteamientos diferentes del tradicional marco científico-experimental. Sin embargo, el empleo de los métodos estadísticos trasciende a estos límites y puede estar presente de alguna manera en estudios e investigaciones realizados desde perspectivas interpretativas o críticas, a las que globalmente podemos referirnos como perspectiva cualitativa. Indirectamente al menos, la Estadística contribuiría a delimitar o introducir el problema de estudio, en la medida en que éste podría apoyarse en los resultados de estudios previos basados en el análisis estadístico. Comienza a ser relativamente frecuente, en el acercamiento a las realidades educativas, partir de un estudio descriptivo extensivo con base metodológica cuantitativo-estadística que abra paso a estudios de tipo interpretativo, basados en el estudio de casos y dirigidos a profundizar en la explicación de los fenómenos analizados. Es lo que se ha denominado una estrategia de combinación metodológica (Bericat, 1998), como forma de integración de métodos cuantitativos y cualitativos.

En lugar de basarse en procedimientos de muestreo probabilístico, dirigidos a «construir modelos reducidos de la población total, con resultados extrapolables al universo del que se extraen» (Rodríguez Osuna, 1991:12), el modo habitual en que suelen determinarse el número y las características de los individuos o contextos que serán estudiados se encuentra más próximo al modelo de muestreo deliberado o intencional (Patton, 1984). El problema de investigación, las concepciones sobre el mismo, los factores empíricos que lo afectan y las características de la población estudiada, llevan a determinar qué casos van a ser seleccionados. Cuando no existe un suficiente conocimiento previo de la realidad objeto de estudio, la fase de muestreo podría verse auxiliada por análisis previos realizados sobre la población, que contribuyan a un mejor conocimiento de la misma. En la medida en que se lleven a cabo estudios sobre la población, habremos de trabajar con grandes colectivos y el recurso a las técnicas estadísticas será necesario. Estas permitirán por ejemplo una descripción y/o clasificación de los sujetos, fenómenos o casos estudiados, que ayudarán al investigador en la fase de selección de casos.

Existen vías diferentes a la Estadística para llevar a cabo el análisis de datos en la investigación cualitativa. En este sentido, entre los procedimientos de análisis de datos, entendidos como técnicas para extraer información de los datos e interpretar su significado, cabría hacer una distinción entre análisis cualitativo, que expresa, ordena, des-

cribe, interpreta los datos mediante conceptos, razonamientos y palabras, y análisis cuantitativo, en el que se recurre a conceptos y razonamientos que se apoyan en números y estructuras matemáticas (Yela, 1994). Aunque lo más característico es el empleo de técnicas cualitativas, al analizar los datos son muchos los investigadores interpretativos o críticos que recurren en algún momento de su proceso analítico a las técnicas estadísticas, usadas para complementar o contrastar las conclusiones obtenidas por otras vías. Incluso este rasgo se ha destacado como una característica de los enfoques de investigación interpretativos o críticos, en los que se recurre, sobre todo a la hora del análisis de datos, a procedimientos cuantitativos propios del enfoque positivista (De Miguel, 1988).

La naturaleza de los datos cualitativos —palabras, y no números— constituye una dificultad metodológica en la investigación educativa, pues si bien las palabras encierran una mayor carga de significados, los números tienen la ventaja de ser menos ambiguos y son analizados con menor esfuerzo. Esta razón lleva a una parte de los investigadores a preferir el trabajo con números y traducir los textos en valores numéricos desde las primeras fases del análisis. Para Miles y Huberman (1984:215), «cuando identificamos un tema o modelo estamos aislando algo que ocurre un número de veces y que ocurre consistentemente de un modo específico», es decir respecto a cualquier tema establecemos algún tipo de recuento. Los números, siguiendo a estos autores, permiten que nos hagamos una idea de la importancia de los temas que tenemos ante nosotros cuando trabajamos con un volumen importante de datos cualitativos, y constituyen un criterio a la hora de verificar la existencia de una hipótesis o relación entre temas. Autoras tan representativas de la investigación etnográfica como Goetz y Lecompte (1988:178-179) reconocen igualmente el papel de los datos numéricos, al afirmar que «una vez identificados los elementos, es posible reducirlos a forma cuantificable examinándolos, elaborando listas, codificándolos y asignándoles puntuaciones».

Partiendo de las frecuencias con que se dan determinados fenómenos o están presentes determinados temas en los textos, identificaríamos las relaciones que se dan entre los elementos mediante la aplicación de determinadas técnicas estadísticas, cuya importancia en el contexto de un análisis de datos cualitativos varía ampliamente, desde una presencia nula hasta el uso de técnicas estadísticas de variado grado de complejidad (Wilcox, 1982).

Cuando los resultados de la cuantificación de textos son analizados estadísticamente, conviene emplear pruebas estadísticas inferenciales, preferentemente no paramétricas, dado que con este tipo de datos no es posible mantener el supuesto de normalidad de la población, en el que en gran medida se apoya la Estadística clásica. Además, no podríamos pasar mucho más allá de un nivel de medida nominal y ordinal. Una revisión de las técnicas estadísticas aplicables a datos categóricos resultantes de la reducción cuantitativa de datos textuales puede consultarse en el trabajo de García, Gil y Rodríguez (1994).

Desde determinados enfoques, los procedimientos estadísticos ganan importancia frente a las técnicas cualitativas de análisis. Es el caso del análisis de contenido tradicional, donde el interés del investigador se dirigía al recuento de frecuencias de aparición de palabras o temas de especial relevancia en el estudio, con el objetivo de

proceder a su tratamiento estadístico. Desde muy pronto, los programas de análisis automático de textos se han basado en los recuentos y el tratamiento estadístico. Cabe citar el programa GENERAL INQUIRER (Stone y Otros, 1966), uno de los pioneros, o el programa WORDS (Iker, 1975), con el que llegan a ser extraídos los temas presentes en un texto sometiendo a tratamiento estadístico las frecuencias de las palabras en cada unidad considerada.

Con este tipo de enfoques, la cuantificación y el procesamiento estadístico pueden llegar a ser la vía exclusiva por la que se analizan los textos. Sirva como ejemplo la aplicación de las técnicas de análisis de datos de la escuela francesa al análisis de textos procedentes de respuestas abiertas a cuestionarios, entrevistas, textos literarios, etc., permitiendo el recuento de unidades elementales en los textos y la realización de análisis estadísticos multivariantes (análisis de correspondencias, clasificaciones) a partir del mismo. Este tipo de enfoques se ha desarrollado enormemente, dando lugar a la denominada Estadística textual (Lebart y Salem, 1994).

4. LÍMITES DE LA ESTADÍSTICA EN EL ESTUDIO DE LA REALIDAD EDUCATIVA

Hasta ahora hemos comentado la amplia gama de posibilidades que la Estadística ofrece en las diferentes etapas del proceso de investigación y en los modos diversos de afrontar la indagación acerca de la realidad educativa. De alguna forma, la Estadística es una herramienta fundamental en la metodología de investigación, hasta el punto de que ha llegado a ser considerada como el lenguaje de la ciencia.

Pero si el progreso de la Estadística puede ser entendido como un verdadero motor para el desarrollo de la investigación pedagógica, bien es verdad que la aplicación de la Estadística en el campo de la investigación educativa se ve limitada por fronteras que surgen a veces de una mala concepción de estas herramientas, traducida en un uso inadecuado o para fines cuestionables, y otras, de las limitaciones con las que las propias técnicas cuentan, especialmente cuando se trata de abordar un objeto de estudio tan complejo como es la educación.

4.1. Usos incorrectos de la Estadística

La Estadística no puede ser empleada más allá de lo que la utilización adecuada de las técnicas permite, ni puede responder a finalidades distintas a las que le son propias. De acuerdo con esta idea, recogemos a continuación los principales factores o circunstancias que conllevan un uso inadecuado de las técnicas estadísticas.

a) Fines cuestionables

El empleo de la Estadística no puede obedecer a la finalidad de enmascarar conscientemente la realidad, tratando de presentar sólo determinadas perspectivas acerca del objeto estudiado. Ya comentábamos al inicio de este trabajo la percepción que algunos poseen acerca de la Estadística, considerándola como un instrumento para ocultar

información bajo la apariencia de objetividad y veracidad. Kruskal (1978:1073) denunciaba el mal uso de la Estadística por quienes la utilizan para tratar de ofuscar, mitificar o impresionar.

Otro de los usos incorrectos de la Estadística consiste en emplearla con el fin de justificar el rigor de un trabajo, con base en la falsa idea de que los resultados de un estudio quedarán avalados por la sofisticación de los procedimientos estadísticos utilizados, y más aún si éstos han sido llevados a cabo con el auxilio de paquetes estadísticos informatizados. También Kruskal (1978:1073) advertía de este mal uso, cuando afirmaba que los métodos estadísticos sirven a algunos para suministrar el requisito de autenticidad científica. Ello se basa en una asociación falaz entre la complejidad de la técnica y la calidad de la investigación, que conduce a una especie de fetichismo estadístico, cuando bien sabemos que la complejidad del aparato estadístico no va a mejorar los resultados de la investigación. En realidad, la calidad de las conclusiones de un estudio depende de otros muchos elementos del proceso de investigación, tales como una sólida fundamentación teórica, la correcta delimitación del problema y formulación de hipótesis, la adecuada selección de los individuos estudiados o las técnicas empleadas en la recogida de datos.

De alguna forma, las consideraciones expuestas hasta ahora apuntan hacia la necesidad de observar ciertas reglas éticas en el uso de la Estadística, las cuales incluirían junto a su no utilización para ocultar la verdad o para servir a finalidades que no le son propias, consideraciones acerca del anonimato y la confidencialidad en el uso de los datos y resultados obtenidos (Moore, 1979). Y, por supuesto, habría que añadir la necesidad de que el analista no llegue a alterar los datos con los que trabaja, ni elimine aquellos casos que hacen alejarse los resultados obtenidos de lo esperado, con la justificación de que posiblemente se trate de errores de medida o codificación.

b) Subordinación del problema al método

La elección de técnicas estadísticas está subordinada al objetivo de investigación, es decir, debe dar respuesta a los interrogantes o problemas planteados. A veces, la selección de los procedimientos estadísticos podría responder a ciertas modas que llevan al empleo constante de determinadas técnicas en detrimento de otras que tal vez resulten más adecuadas. Más grave aún resultaría el uso incorrecto de la Estadística que supone hacer depender el problema de investigación del método estadístico que vamos a emplear, invirtiéndose así el orden epistemológico. Es decir, podría caerse en la incorrección de seleccionar un problema con el único fin de utilizar técnicas cuyo uso es novedoso o está bien valorado dentro de la comunidad científica.

En ningún caso es la Estadística el fin de la investigación educativa, sino un medio para su desarrollo. La investigación no puede reducirse al empleo de sofisticadas técnicas de análisis estadístico, sin que exista un trasfondo teórico del que surge el problema investigado, dando lugar a lo que algunos han calificado de vaciamiento teórico y trasvase desde el diseño de investigación al diseño estadístico (Bartolomé, 1988).

Cabría aquí recoger las palabras de Cormack (1971) cuando afirma que la Estadística es una combinación de técnicas y sentido común, sin que éste pueda ser sustituido

por aquéllas. El autor citado refleja su pensamiento con una muy ilustrativa metáfora: «las técnicas son los caballos; el sentido común sostiene las riendas» (1971:164). En nuestro campo de estudio, podemos señalar parafraseando la afirmación anterior que la aplicación de la Estadística supone una combinación de técnicas y conocimiento sobre lo educativo. Al aplicar la Estadística en la investigación educativa es preciso no olvidar el conocimiento no estadístico. Como afirman Box, Hunter y Hunter (1989) al ocuparse de la utilización de la Estadística, las técnicas son más efectivas cuando se combinan con el apropiado conocimiento del tema al que se aplican.

c) *Violación de supuestos*

La Estadística no puede ser aplicada sin más en la investigación educativa. El investigador educativo que emplea modelos estadísticos ha de establecer una correspondencia entre los sistemas formales y la realidad estudiada; considerar unos supuestos (que no son sino axiomas de ciertos modelos matemáticos) de manera que las deducciones a las que llegue a partir del modelo estadístico sean válidas para interpretar la realidad educativa sólo en la medida en que se cumplan dichos supuestos (Tejedor, 1986).

Por tanto, cada técnica de análisis estadístico requiere el cumplimiento de unas condiciones para poder ser aplicada, y esta aplicación ha de ir precedida de un estudio sobre el cumplimiento o no de tales condiciones. A veces, la violación de los supuestos de partida conlleva pequeñas alteraciones sobre los resultados que en parte pueden ser previstas por el investigador; pero como norma general, y ante el desconocimiento de la robustez de las pruebas y los efectos que la violación de los supuestos pueda acarrear sobre los resultados, es preferible ajustarse a la más pura ortodoxia si no queremos que las conclusiones extraídas puedan resultar poco válidas.

d) *Conocimiento insuficiente de las técnicas*

La utilización de la Estadística presupone un conocimiento de las propias técnicas y procedimientos empleados. A veces, el investigador posee concepciones erróneas que pueden limitar la utilización correcta de las herramientas estadísticas. Así, por ejemplo, algunos de los errores habituales podrían ser el pensar que cuando no se rechaza la hipótesis nula ésta queda confirmada, el considerar que una relación alta entre las variables implica causalidad, o creer que el análisis de la varianza permite un contraste de varianzas en lugar de un contraste de medias. Reflexiones acerca de los errores conceptuales en Estadística pueden encontrarse en el artículo de Cohen (1990), e interesantes consideraciones en este mismo sentido aparecen en el trabajo de Vallecillos y Batanero (1995).

La carencia de una suficiente formación estadística podría llevar a algunos investigadores a limitar su uso a técnicas relativamente simples e insuficientes para abordar y resolver problemas relevantes. A veces, esta situación deriva en un traspaso de responsabilidades a expertos que se encargan de realizar los análisis estadísticos. Sin embargo, la colaboración entre investigadores y estadísticos profesionales no está exenta de problemas, fundamentalmente derivados de la dificultad de comunicación.

La aplicación de las técnicas estadísticas en la investigación educativa requiere además el conocimiento profundo de las reglas de interpretación de los resultados obtenidos. El producto de los análisis estadísticos ha de ser interpretado y traducido a conclusiones relevantes de cara al problema investigado. La aplicación de la Estadística implica una modelización del problema, operativizándolo en términos matemáticos susceptibles del razonamiento lógico que las técnicas conllevan, y finalmente una traducción de los resultados a los términos en que se planteó el problema de partida. Las conclusiones no son las que el analista espera conseguir, sino que se derivan directamente de los índices, valores, gráficos o tablas obtenidas, cuya interpretación requiere un conocimiento exhaustivo de la técnica empleada y, a veces, cierta experiencia, olfato o incluso imaginación. Por ejemplo, al hablar de la interpretación de los resultados del escalamiento multidimensional, Kruskal y Wish (1986) consideran que éstos están subordinados a lo que denominan una interpretación creativa.

4.2. Limitaciones intrínsecas de la Estadística

En cuanto a los límites propios de las técnicas estadísticas, podemos comenzar hablando de la incertidumbre respecto a los resultados. El conocimiento al que llegamos a través de la Estadística no es exacto sino probable. No debemos olvidar que las conclusiones alcanzadas por medio de los procedimientos inferenciales se apoyan en conceptos probabilísticos y contemplan la posibilidad de un margen de error.

En relación a este aspecto puede hacerse una consideración adicional. Cabría cuestionar el modo en que se logra la inferencia inductiva cuando rechazamos la hipótesis nula y adoptamos para ello el nivel de significación del 0.05. Como señala Cohen (1990), las ideas de Fisher se han convertido en la base de la inferencia estadística debido a que ofrecen un esquema determinista, mecánico y objetivo que permite, con independencia del contenido, llegar a decisiones de aceptación o rechazo. Sin embargo, el nivel establecido para la toma de decisiones ($\alpha=0.05$) no deja de ser un criterio arbitrario y convencional, un punto de referencia en el continuo de probabilidades asociadas a la hipótesis nula. Ante una probabilidad $p=0.050$ y una probabilidad $p=0.051$ no podemos afirmar taxativamente que existen razones ontológicas para justificar una decisión de signo contrario en la investigación educativa. Tal vez este *dogma* sea una de las razones que llevaban a Salsburg (1985) a afirmar que la aplicación de la Estadística en las ciencias sociales se asemeja a la práctica de una religión secular.

Por otra parte, los resultados del análisis estadístico pueden resultar incompletos en sí mismos. Por ejemplo, al realizar un análisis de la varianza somos capaces de determinar los factores que explican la varianza experimental, pero desconocemos qué se esconde detrás de la varianza de error. En un análisis de regresión llegamos a explicar sólo un porcentaje de la varianza en la variable criterio, pero desconocemos qué elementos se esconden tras la varianza no explicada. De alguna forma, el conocimiento que nos permiten las técnicas estadísticas es limitado.

Cuando la Estadística es aplicada a la investigación educativa surgen limitaciones adicionales derivadas de la complejidad del objeto de estudio. Las realidades educativas, los comportamientos humanos resultan extremadamente multifacéticos y estre-

chamente vinculados a las características del contexto en el que se dan, de tal forma que muchos consideran difícil que los números sean capaces de reflejarlos. El número supone alejarse de la riqueza de significados asociada al objeto de estudio. Por otra parte, las técnicas estadísticas implican seleccionar un modelo que traduce la realidad empírica en un sistema formal de elementos relacionados; si tratamos de que este modelo sea simple nos alejamos del fenómeno real, mientras que si incluimos en este modelo la complejidad de la situación convertiríamos el problema en prácticamente inabordable desde el punto de vista de la metodología estadística.

Algunos conceptos estadísticos resultan aparentemente opuestos a la naturaleza de los fenómenos en que interviene el hombre. La idea de causalidad que subyace a determinados modelos estadísticos supone para algunos que la conducta humana podría llegar a estar determinada por causas externas. No obstante, como afirma Keny (1979), es necesario matizar que en los modelos causales no se llega a explicar mucho más del 50% de la varianza; la libertad humana podría permanecer formando parte de la varianza no explicada o término de error.

Existen dificultades epistemológicas que obstaculizan en las ciencias humanas la utilización de la experimentación tal y como es aplicada en las ciencias físico-naturales, y por tanto, la aplicación de la Estadística. Para que los grupos sean comparables es preciso que las diferencias individuales se repartan en ellos del mismo modo, objetivo que puede lograrse, entre otras vías, con los procesos de aleatorización. Sin embargo, habitualmente los grupos con los que trabajamos son grupos naturales, preexistentes en el contexto estudiado (grupo de alumnos de una clase, profesores de un centro, etc.), sin que podamos controlar la asignación de los sujetos a los grupos.

La aleatoriedad de las muestras no es el único caso. Buena parte de los supuestos exigidos para la aplicación de las técnicas estadísticas no siempre se dan en la realidad educativa. Es el caso de la distribución normal de las variables o del supuesto de homoscedasticidad de varianzas. Por otra parte, la aditividad resulta difícil de aceptar cuando medimos realidades no observables directamente. Además, gran parte de la Estadística inferencial se apoya en distribuciones de frecuencias para poblaciones infinitas, cuando en el mundo real, y en particular en el mundo educativo, se suelen estudiar poblaciones finitas.

Además de estas objeciones epistemológicas, la medida en educación presenta ciertas dificultades que limitan el alcance de los resultados a los que nos conduce el análisis estadístico de los datos. Como señala Tejedor (1988), entre los problemas más importantes de la ciencia pedagógica se encuentra la obtención de métodos adecuados de medición: en nuestro campo no existen a veces instrumentos adecuados o unidades de medida para valorar dimensiones o características de los fenómenos.

Todo ello hace que, aún reconociendo el importante papel que desempeñan las técnicas estadísticas en la investigación educativa, su empleo sea contemplado con cierta cautela, puesto que un uso incorrecto de las técnicas de análisis, bien por desvirtuar sus fines y su lugar natural en el proceso de investigación, o bien por desconocimiento, puede llevarnos a cuestionar su pertinencia para el estudio de los problemas planteados. Además, es preciso ser conscientes de las propias limitaciones de los métodos estadísticos y de los supuestos estadísticos que imponen a las situaciones estudiadas,

que en el caso de las educativas podrían resultar difíciles de cumplir. En la medida en que se tengan en cuenta consideraciones de este tipo, conseguiremos combatir la imagen negativa que no pocas veces se proyecta de la Estadística.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arnal, J., Del Rincón, D., y Latorre, A. (1992). *Investigación educativa: fundamentos y metodologías*. Barcelona: Editorial Labor, S.A.
- Bartolomé, M. (1988). Nuevas tendencias en los diseños de investigación en España. En Dendaluce, I. (Coord.), *Aspectos metodológicos de la investigación educativa. II Congreso Mundial Vasco*. Madrid: Narcea, pp. 102-120.
- Bericat, E. (1998). *La integración de los métodos cuantitativo y cualitativo en la investigación social*. Madrid: Ariel.
- Box, G., Hunter, W. G., y Hunter, J. S. (1989). *Estadística para investigadores*. Barcelona: Reverté.
- Campbell, D., y Stanley, J. (1963). Experimental and quasi experimental designs for research on teaching. En Gage, N.L. (Ed.), *Handbook of research on teaching*. Chicago: Rand McNally.
- Cohen, J. (1990). Things I have learned (so far). *American Psychologist*, 45 (12), 1304-1312.
- Cormack, R. M. (1971). *The statistical argument*. Edinburg: Oliver & Boyd.
- De la Orden, A. (1985). *Investigación educativa*. Madrid: Anaya.
- De Miguel, M. (1988). Paradigmas de la investigación educativa española. En Dendaluce, I. (coord.), *Aspectos metodológicos de la investigación educativa*. Madrid: Narcea, pp. 60-77.
- Erickson, W. (1989). Métodos cualitativos de investigación sobre la enseñanza. En Wittrock, M.C. (Ed.), *La investigación de la enseñanza*. Madrid: PaidósMEC, pp. 125-301.
- Fisher, R. A. (1953). *The design of experiments*. New York: Hafner.
- García, E., Gil, J., y Rodríguez, G. (1994). Análisis de datos cualitativos en la investigación sobre la diferenciación educativa. *Revista de Investigación Educativa*, (24), 179-216.
- Glass, G.V. y Stanley, J.C. (1980). *Métodos estadísticos aplicados a las ciencias sociales*. Barcelona: Editorial Prentice/Hall Internacional.
- Goetz, J. P., y Lecompte, M. D. (1988). *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*. Madrid: Morata.
- Gómez Benito, J. (1987). *Meta-análisis*. Barcelona: PPU.
- Guilford, J. P., y Fruchter, B. (1978). *Fundamental statistics in psychology and education*. Tokyo: McGrawHill Kogakusha, Ltd.
- Iker, H. P. (1975). *Words, system manual*. Rochester, NY: Computer Print.
- Kenny, D. A. (1979). *Correlation and causality*. Nueva York: John Wiley & Sons.
- Kerlinger, F. N. (1981). *Investigación del comportamiento. Técnicas y metodología*. México: Interamericana.
- Kruskal, J. B., y Wish, M. (1986). *Multidimensional scaling*. Beverly Hills: Sage Publications.
- Kruskal, W. H. (1978). The field of statistics. En Kruskal, W.H. y Kendall, M.G. (Eds.), *International Encyclopedia of Statistics*. New York: The Free Press, pp. 1071-1091.
- Lebart, L., y Salem, A. (1994). *Statistique textuelle*. Paris: Dunod.

- Miles, M. B., y Huberman, A. M. (1984). *Qualitative data analysis. A sourcebook of new methods*. Beverly Hills, CA: Sage Publications.
- Moore, D. S. (1979). *Statistics. Concepts and controversies*. San Francisco: W.H. Freeman and Company.
- Morales, M. (1995). Uses of qualitative/quantitative terms in social and educational research. *Quality & Quantity*, (29), 39-53.
- Patton, M. (1984). *Qualitative evaluation methods*. Londres: Sage Publications.
- Peña, D. (1987). *Estadística. Modelos y métodos. 1. Fundamentos*. Madrid: Alianza Editorial.
- Piatier, A. (1967). *Estadística y observación económica. I-Metodología Estadística*. Barcelona: Ariel.
- Rodríguez Osuna, J. (1991). *Métodos de muestreo*. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Salsburg, D. S. (1985). The religion of statistics as practiced in medical journals. *The American Statistician*, (39), 220-223.
- Sánchez, J., y Ato, M. (1989). Metaanálisis: una alternativa metodológica a las revisiones tradicionales de la investigación. En Arnau, J. y Carpintero, H. (Eds.), *Tratado de Psicología General, Vol. I*. Madrid: Alhambra, pp. 617-669.
- Stone, P. J. (1966). *The General Inquirer: a computer approach to content analysis*. Cambridge, MA: M.I.T. Press.
- Tatsuoka, M. M., y Tiedeman, D. V. (1963). Statistics as an aspect of scientific method on research on teaching. En Gege, N.L. (Ed.), *Handbook of research on teaching*. Chicago: Rand McNally & Company, pp. 142-170.
- Tejedor, F. J. (1984). *Análisis de la varianza aplicado a la investigación en pedagogía y psicología*. Madrid: Anaya.
- Tejedor, F. J. (1986). La estadística y los diferentes paradigmas de investigación educativa. *Educación*, (10), 79-101.
- Tejedor, F. J. (1988). El soporte estadístico en la investigación educativa. En Dendaluze, I. (Coord.), *Aspectos metodológicos de la investigación educativa*. Madrid: Narcea, pp. 228-244.
- Willcox, K. (1982). Ethnography as a methodology and its application to the study of schooling: a review. En Spindler, G. (Ed.), *Doing the ethnography of schooling: Educational anthropology in action*. Nueva York: Rinehart and Winston, pp. 456-488.
- Yela, M. (1994). Análisis de datos. En García Hoz, V. (Dir), *Problemas y métodos de investigación en educación personalizada*. Madrid: Rialp, pp. 223-255.

Fecha de recepción: 4 de septiembre de 2001.

Fecha de aceptación: 12 de septiembre de 2002.