

## La Estadística como instrumento de medida de un programa de intervención relacionado con el Medio Ambiente

Mercedes Rodríguez Sánchez, M<sup>a</sup> Teresa Cabero Morán, José M<sup>a</sup> Chamoso Sánchez y M<sup>a</sup> José Rodríguez Conde  
Universidad de Salamanca

El presente estudio se plantea como una propuesta para mejorar la enseñanza de las Matemáticas, introduciendo elementos cercanos de la vida diaria que pueden resultar atractivos para los estudiantes de los niveles obligatorios de enseñanza (hasta los 16 años). De forma indirecta se pretende ayudar a formar y mejorar la conducta ambiental de dichos alumnos. Se presenta la Estadística como una herramienta de análisis de datos en el ámbito de la investigación en Didáctica de las Matemáticas, valorando sus posibilidades de aplicación al tipo de variables consideradas en este estudio.

*Statistics as a measurement instrument in an intervention programme associated with the Environment.*  
The present study is stated as an attempt to improve the teaching of Mathematics introducing elements closer to daily life, which can seem attractive to the students of the compulsory levels of teaching (up to 16 years old). In an indirect way its aim is helping to form and improve the environmental behaviour of those students. Statistics is presented as a tool for analysing dates within the scope of research in Education Mathematics, evaluating its possibilities of application to the type of variables considered in this study.

Los objetivos más importantes que se pretenden son:

- Estudiar las posibilidades de la Educación Ambiental como vehículo que facilite una actitud más positiva y un rendimiento más alto de los estudiantes hacia las Matemáticas, así como mejorar la conducta ambiental.
- Comprobar que el aprendizaje de las Matemáticas es más significativo utilizando una metodología experimental que con la metodología tradicional.

### Metodología de Investigación

Este trabajo presenta una propuesta educativa concreta para aproximar y hacer más atractivas las Matemáticas a los estudiantes a partir de los contenidos de Educación Ambiental<sup>1</sup>. El método de enseñanza-aprendizaje que se experimenta consiste en una propuesta de resolución de problemas de contenido medioambiental en clase de Matemáticas.

La metodología de investigación se encuadra dentro de los denominados diseños cuasiexperimentales de Investigación Educativa, con grupo de control y medidas pre-post tratamiento.

La población objeto de estudio está formada por los cursos de enseñanza obligatoria, hasta los 16 años. En concreto, la muestra está formada por ocho centros de Salamanca, rurales y urbanos,

públicos y privados, desde quinto de Primaria a cuarto de Secundaria. Cada grupo experimental ha contado con otro grupo de control del mismo centro.

Se han considerado tres variables dependientes: la actitud hacia las Matemáticas, la actitud hacia el Medio Ambiente y el rendimiento en Matemáticas. Como instrumentos de medida se utilizan escalas tipo Likert, de actitudes hacia las Matemáticas y hacia el Medio Ambiente, y las calificaciones escolares de los alumnos reflejadas en las actas de evaluación correspondientes.

A partir del análisis de datos en el pretest, sobre los grupos experimentales y de control, se constata qué variables pueden producir distorsión en los resultados del postest (variables extrañas como variables de tipo personal o aptitudinal, variables socioeco-

Tabla 1  
Variables e instrumentos

Variables: Independientes (experimental y de clasificación):	Instrumentos
Sexo, edad, nivel socioeconómico...	Cuestionario individual del alumno
Factor general de inteligencia (Factor G)	Tests de aptitudes (Factor G)
Rendimiento previo en Matemáticas	Actas de evaluación
Metodología de enseñanza-aprendizaje en Matemáticas	Plan de intervención
<b>Dependientes:</b>	
Actitud hacia los temas ambientales	Escala Likert (ad hoc)
Actitud hacia las Matemáticas	Escala Likert (ad hoc)
Rendimiento en Matemáticas	Actas de evaluación

Correspondencia: Mercedes Rodríguez Sánchez  
Facultad de Educación  
Universidad de Salamanca  
37008 Salamanca (Spain)  
E-mail: meros@gugu.usal.es

nómicas, etc) y así poder controlarlas posteriormente a través de técnicas estadísticas (análisis de covarianza, por ejemplo).

#### *Consideraciones en torno al análisis de datos*

El tratamiento estadístico de los datos se realiza con el paquete SPSS 8.0. Una vez codificados e informatizados todos los datos se realiza un *análisis depuratorio* de la matriz (sujetos por variables), con el propósito de detectar posibles errores en el archivo y, en su caso, corregirlos y revisarlo de nuevo. También, a través del *análisis descriptivo y exploratorio de datos*, se van a extraer los primeros resultados. Por ejemplo, en la prueba piloto ha servido para comprobar que el nivel medio de respuesta en algunos ítems en la escala de actitud hacia el medio ambiente (pretest) era superior a 4.5 (escala de 1 a 5) y con escasa variabilidad, por lo que, al estar limitando con el techo de la escala, sería difícil comprobar en el postest una mejora en ese contenido actitudinal. Ello ha hecho necesaria la reelaboración de algunos ítems.

Además de todo esto, y antes de pasar a analizar las posibles diferencias en la actitud hacia el Medio Ambiente y hacia las Matemáticas hay que tener en cuenta que, el hecho de tener una determinada puntuación en un cierto ítem (por ejemplo, «si tiro o no papeles al suelo») no proporciona demasiada información, sino que resulta más significativo agrupar los que hacen referencia, en cierto sentido, a un mismo aspecto de actitud medioambiental, para posteriormente analizar esta característica. Con este fin se realiza un *análisis factorial exploratorio* que intenta explicar la matriz de correlaciones entre variables observables directamente (en nuestro caso, cada uno de los ítems de la escala de actitudes), agrupándolas en un número reducido de variables hipotéticas, factores, de manera que se pierda la menor cantidad posible de información.

Otro objetivo del análisis de datos pretende realizar sucesivos *contrastos de hipótesis* con el fin de detectar diferencias significativas entre distintos grupos de sujetos, en función de las variables independientes más importantes. Dependiendo del carácter o naturaleza de las variables consideradas se utilizan distintos tipos de pruebas: *prueba  $\chi^2$*  (contraste de proporciones), *t de Student* o *análisis de varianza* (ANOVA).

En los primeros resultados obtenidos, este análisis muestra que los alumnos de Primaria y Secundaria, aun siendo de edades bastante dispares, no reflejan diferencias en sus actitudes respecto a *valoración del agua, electricidad, energía,...*; *basuras domésticas; desigualdades sociales; patrimonio*. Se observa diferencia en la *valoración de ambientes limpios, no contaminados*, donde los de Primaria presentan mejor actitud que los de Secundaria a pesar de su menor edad. En la *valoración del río* manifiestan mejor actitud los alumnos de Educación Secundaria.

Para el análisis de la diferencia «antes y después» del tratamiento, tanto en actitud hacia el Medio Ambiente como hacia las Matemáticas y en rendimiento en Matemáticas, y tanto en el grupo experimental como en el grupo de control, se utiliza la prueba de *t de Student para grupos relacionados* y *ANOVA de medidas repetidas*.

Cuando las variables no cumplen las hipótesis de normalidad recurrimos a la *Estadística No Paramétrica*. Estas pruebas son: *U de Mann-Whitney* para 2 muestras independientes y *Kruskal-Wallis* para k muestras independientes ( $k > 2$ ); *Wilcoxon* para 2 muestras relacionadas y *Friedman* para k muestras relacionadas ( $k > 2$ ).

Un aspecto importante que se debe tener en cuenta es que todos los resultados se obtienen basándose en datos resultantes de

la aplicación de cuestionarios o tests. Por lo tanto, éstos han de reunir ciertas evidencias empíricas de calidad psicométrica, medidas a través de los coeficientes de *fiabilidad* y *validez de las pruebas*.

– *Fiabilidad*: se refiere a la consistencia de las puntuaciones; es decir, si varias preguntas dispuestas para medir la misma dimensión obtienen respuestas homogéneas o, lo que es lo mismo, puntuaciones semejantes. Ello revela una alta fiabilidad. En este caso, el procedimiento de consistencia interna empleado es el *coeficiente  $\alpha$  de Cronbach*.

– *Validez*: se refiere al grado en que el instrumento mide lo que realmente quiere medir, es decir, la actitud del alumno hacia el Medio Ambiente y hacia las Matemáticas. Al igual que ocurre con la fiabilidad, existen distintos procedimientos empíricos para encontrar evidencias sobre la validez de la prueba. Uno de ellos es considerar un «ítem criterio» que esté incluido en el cuestionario, ante la falta de criterio externo. Dicho «ítem criterio» refleja directamente aquello que se quiere medir. Por ejemplo, en este caso se incluyó la actitud hacia las Matemáticas bajo el epígrafe «¿Te gustan las Matemáticas?». Sin embargo, en el cuestionario de Medio Ambiente se recurrió a otro procedimiento, el de *factorización*, con el que se trata de confirmar que un conjunto de ítems mide una determinada dimensión teórica.

Otra prueba de validez es determinar el *poder de discriminación* de la prueba, o la capacidad de diferenciar distintos grados de actitud en función de grupos de sujetos. El poder de discriminación se relaciona con tres características:

– *El grado de variación de la escala*: los ítems han de tener tantos niveles de puntuación como sean necesarios (no conviene poner 3 niveles a un ítem que podría tener 7).

– *El grado de utilización*: las puntuaciones no deben acumularse en los valores medios de la escala y dejar los extremos sin usar (tampoco se debe poner niveles de más).

– *El grupo de control ha de ser comparable* con las personas que se trata de evaluar (de manera que permita discriminar unas de otras).

El *análisis discriminante* trata de diferenciar a los alumnos a partir de un ítem criterio. Para ello se dicotomiza la variable, conformando dos grupos definidos «a priori» con unas cuantas observaciones para cada individuo referidas al resto de las variables. El primer paso es determinar si en función de las variables originales los grupos quedan suficientemente discriminados (en caso de usar ítem criterio clasificador es de suponer que será así); el segundo paso es analizar cuáles son los ítems que más contribuyen a discriminar entre los grupos que se han formado con el mencionado ítem criterio; el tercer paso es establecer la función discriminante, ecuación lineal con una variable dependiente que representa la pertenencia al grupo.

Para finalizar, hay que subrayar la importancia de considerar la calidad de la medida realizada antes de efectuar análisis estadísticos descriptivos, inferenciales, correlacionales y multivariantes que pudieran quedar invalidados si no se ha realizado previamente una valoración de la calidad de los instrumentos utilizados para medir cada una de las variables. Además de estos criterios psicométricos de fiabilidad, validez y discriminación habría que tener en cuenta unos criterios de *utilización del cuestionario*, que son:

– *Transparencia*: grado en que resulta significativa, tanto para el evaluador como para el evaluado, la relación entre la actitud del alumno y las puntuaciones obtenidas (validez aparente).

– *Aceptabilidad*: relacionada también con la validez aparente o facial de la prueba. Resulta de la transparencia y de la situación concreta de aplicación del cuestionario (cómo se lleva a cabo, grado de participación...).

– *Valor de Información*: grado de información que aporta para conseguir los objetivos de mejora; es decir, los evaluados deben saber dónde, cómo, qué han hecho mal o bien y por qué, y cómo pueden mejorar.

#### Nota

- <sup>1</sup> Investigación subvencionada por la Junta de Castilla y León, encontrándose en este momento en fase de elaboración. Los autores son profesores de distintos niveles educativos coordinados por profesores del ámbito de las Didácticas Específicas (F. Aramburu, M. Báez, J. Chamoso, J. Durán, H. Grande, E. Herrera, Manuel Rodríguez, M<sup>a</sup> José Rodríguez, Mercedes Rodríguez y L. Sánchez).