

RÉPLICA A: "LA CONSTRUCCIÓN DEL SIGNIFICADO DE LA ASOCIACIÓN MEDIANTE ACTIVIDADES DE ANÁLISIS DE DATOS: REFLEXIONES SOBRE EL PAPEL DEL ORDENADOR EN LA ENSEÑANZA DE LA ESTADÍSTICA"

Andrés Nortes Checa
Universidad de Murcia

Cuatro preguntas se hacen los autores en sus reflexiones finales:

- ¿Facilita el ordenador la enseñanza de la estadística?
- ¿Es suficiente introducir un ordenador en clase de estadística para realizar una innovación en nuestros métodos de enseñanza?
- ¿Facilitan los ordenadores la comprensión de los conceptos estadísticos?
- ¿Mejoran los ordenadores el uso que se hace de la estadística?

Sus respuestas, tras realizar la importante investigación, van a coincidir con la de cualquier docente dedicado a la enseñanza de la estadística y que aplica en el tratamiento de los datos algún paquete estadístico, porque entre otras muchas cosas, nos sirve para evitarnos el trabajo de realizar cálculos estadísticos, y realizar múltiples representaciones gráficas, facilitando su enseñanza.

También estaremos de acuerdo que introduciendo un ordenador en clase nos puede servir para resolver estos algoritmos, pero indudablemente se deben de conocer previamente los conceptos que después, de forma inmediata, nos hará los cálculos el ordenador. Es pues una herramienta muy útil a la hora de efectuar los cálculos y las representaciones gráficas, pero hemos de saber qué estamos calculando y cuál es su significado. Por tanto no es suficiente con introducir un ordenador en el aula.

A la tercera pregunta, pienso que con los ordenadores se ponen de manifiesto los conocimientos estadísticos que se ha adquirido. Al poder representar y calcular de forma inmediata los algoritmos, hace que las aplicaciones de distintos casos ayuden a una mejor comprensión de los conceptos estadísticos y a detectar errores.

Los ordenadores pueden mejorar el uso que se hace de la estadística, pero también empeorarlo. Pensemos que el alumno debe de seleccionar los instrumentos que considere oportunos para trabajar los datos y sacar conclusiones. Se parte de un fichero que contiene numerosos casos correspondientes a varias variables (cuantitativas o cualitativas) y es el alumno con sus conocimientos de estadística quien ha de elegir los algoritmos que le permitan dar los resultados de su investigación. Debe, por tanto, conocer la herramienta a aplicar a la hora de comparar dos variables, bien utilizando tablas de contingencia, representaciones gráficas, correlaciones, etc., porque si nos situamos en el caso inicial de la investigación de la asociación estadística, cuando al alumno se le presenta el ítem 1, el 2 o el 3, debe de conocer los conceptos de correlación y de regresión y enmarcar el ítem 1 como caso que no puede resolverse por los procedimientos anteriores y entonces el profesor explicar teóricamente el significado de tablas de contingencia comparando las variables para

ver si son independientes o no por un procedimiento más simple que la aplicación de la chi cuadrado.

En cuanto a las estrategias de resolución aplicadas por los alumnos: “Utilizar la tendencia constante, creciente o decreciente de puntos en los diagramas de dispersión para justificar el tipo de asociación; utilizar las medias o los totales para comparar la distribución de una variable de dos muestras distintas; comparar las frecuencias de casos a favor y en contra de la asociación en cada valor de la variable independiente o razón de estas frecuencias en tablas de contingencia $2 \times r$ ” se pueden llevar también a cabo con los procedimientos clásicos de enseñanza.

En cuanto a los errores cometidos de “concepción determinista (relación entre las variables debe ser una función en sentido matemático), concepción unidireccional (concebir la dependencia solo cuando es positiva, considerando la asociación inversa como independencia), la concepción local (utilizar parte de los datos proporcionados) y concepción causal (solo considerar existencia de asociación entre variables si se puede atribuir una relación causal entre ellas)” es fruto de no haber comprendido el concepto utilizado y no aplicarlo correctamente.

En cuanto al proceso de comprensión por parte de los alumnos, íntimamente relacionado con los errores encontrados: El primero de “comparación de muestras en términos de frecuencias relativas y el segundo de comparación de toda la distribución de la variable en cada una de las muestras y no de una parte de la misma”, son aspectos fundamentales en cualquier comparación. El papel de “condición y condicionado en la frecuencia relativa condicional” es fácilmente comprensible una vez que se ha estudiado la probabilidad condicionada y su relación con las tablas de contingencia. El cuarto y quinto punto, son a mi juicio fundamentales en ese proceso de independencia, sin embargo en caso de dependencia posiblemente sea más difícil de discriminar. Lo que sí me parece importante es la matización de que en la determinación de la asociación entre dos variables éstas juegan un papel simétrico, mientras que en el estudio de la regresión las variables desempeñan un papel asimétrico al haber dos rectas de regresión diferentes.

Las tres últimas referidas a la “correlación positiva, negativa y en valor absoluto”, pueden ser fácilmente interpretadas y comprendidas utilizando la nube de puntos y la noción intuitiva de covarianza, así como la pendiente de la recta de regresión, bien de y sobre x o bien de x sobre y .

En cuanto al segundo experimento coincido con los autores del trabajo que “introduce un entorno más dinámico y versátil para estudiar la asociación”. Sin embargo, previamente el alumno debe de conocer los conceptos estadísticos para poder aplicarlos, bien sea manualmente con lápiz y papel, o con el ordenador. Debe de saber lo que son intervalos de confianza, test de hipótesis, chi cuadrado, ..., si bien en su aspecto conceptual y aplicación práctica, no siendo necesario desembarcar con todas las demostraciones y casuística particulares porque el alumno no lo necesita, pero sí que tenga bien claro cada concepto, cuándo se puede aplicar y qué consecuencias se obtienen. El caso de M. Luisa, que aportan los autores, es un ejemplo de lo que decimos, debe conocer el significado del percentil 90 para poder utilizar el comando oportuno para su cálculo.

Si a un alumno que recibe un curso de Estadística utilizando el procedimiento clásico se le evalúa con una serie de problemas como los que citan los autores y se le habilita de herramientas -paquete estadístico conocido-, a buen seguro que obtendría resultados parecidos. Lo que no podrá ocurrir es que se le entregue al alumno una serie de casos con varias variables, tanto cuantitativas como cualitativas y tenga que resolverlos con ayuda de la calculadora y las tablas, utilizando los procedimientos clásicos, porque en el cálculo de la χ^2 o de la correlación o de la regresión, se le irá la mayor parte del tiempo, quedando para otra ocasión por falta de tiempo la posible aplicación de varias herramientas a un mismo problema para elegir la más adecuada.

Coincido con los autores en que “con el análisis exploratorio de datos se va más allá del aprendizaje de la estadística”, pues va a saber utilizar las herramientas estadísticas en el tratamiento de datos. Como necesita conocer los conceptos estadísticos para luego aplicarlos y saber interpretar los resultados, el tiempo que se requiere es bastante mayor y además conocimientos de software estadístico, por lo que creo que en un trabajo de tipo experimental de laboratorio es el procedimiento idóneo, pero en un trabajo de una asignatura con unos contenidos establecidos que deben ser finalmente evaluados, habría que cambiar totalmente las estructuras actuales para poder ser llevados a cabo con éxito.

Como conclusión decir que el trabajo llevado a cabo por los autores a lo largo de 1992-98 y del que aquí nos presentan una pequeña muestra, nos permite saber algo de lo que ha ocurrido en su investigación, pero no nos permite conocer el papel que ha tenido el ordenador en la construcción del significado de la asociación estadística, ya que un estudio paralelo llevado a cabo con otro grupo de control nos habría permitido establecer comparaciones tanto a la hora de la evaluación como a lo largo de su enseñanza-aprendizaje.

Es difícil resumir en tan solo unas páginas todo el proceso que han seguido los autores, pero quizás se debería haber acotado el campo de investigación y haberlo hecho más exhaustivo para haber conocido paso a paso el desarrollo de la investigación, el papel del profesor en todo el desarrollo, el proceso de enseñanza-aprendizaje, los errores cometidos, si había conocimientos previos o el alumno mediante ensayo-error iba deduciendo lo correcto o incorrecto, si al alumno tras una serie de fallos se le mostraba la aplicación correcta, etc.

Como puntos que pueden ser tratados en este debate, además de lo comentado anteriormente, son:

-Los autores dicen “nuestra investigación se orientó a valorar el impacto que una experiencia de aprendizaje usando ordenadores tiene en dichas concepciones iniciales sobre la asociación” (pág. 4) y más adelante lo vuelven a matizar “El objetivo de nuestra investigación era valorar este impacto (de la tecnología) en el caso específico de la asociación estadística” y sin embargo en sus conclusiones finales no se menciona la asociación sino que se hacen unas reflexiones finales encabezadas por las cuatro preguntas iniciales de esta réplica

-En lugar del relato de la actuación de M. Luisa para la resolución de un problema me parece que hubiera servido de mayor aclaración el haber presentado uno relacionado con la asociación estadística ya que es el tema central del trabajo

-Los autores del trabajo consideran la “construcción del significado de la asociación estadística”, cuando en realidad las reflexiones finales las extienden a “reflexiones sobre el papel del ordenador en la enseñanza de la estadística”. ¿Los resultados obtenidos en la muestra (estudio de la asociación), se pueden extender a la población (estudio de la estadística)? Y llegados a este punto ¿con qué nivel de significación?, ¿con qué margen de error?

Como dicen los autores al finalizar “evaluar este tipo de experimentos es muy laborioso por la cantidad de datos generados (... y) es difícil transferir los resultados de la evaluación usando métodos tradicionales”, por lo que deberemos de aprovechar esta ocasión para que nos completen algunos de los aspectos comentados anteriormente.

ANEXO

RESPUESTA DE LOS AUTORES DEL TRABAJO, "LA CONSTRUCCIÓN DEL SIGNIFICADO DE LA ASOCIACIÓN MEDIANTE ACTIVIDADES DE ANÁLISIS DE DATOS: REFLEXIONES SOBRE LE PAPEL DEL ORDENADOR EN LA ENSEÑANZA DE LA ESTADÍSTICA" A LAS CRÍTICAS Y COMENTARIOS REALIZADOS POR C. ABRAIRA Y A. NORTES.

Los autores agradecen a los profesores Abraira y Nortes Checa el interés mostrado por el tema, así como las nuevas ideas aportadas para continuar el trabajo sobre la asociación estadística. Desafortunadamente, el tiempo disponible en el Seminario no fue suficiente para contestar las numerosas preguntas realizadas en la réplica a nuestra ponencia. En lo que sigue tratamos de dar una respuesta resumida a estas preguntas, que pueden clasificarse en diversos tipos:

A) PREGUNTAS SOBRE EL OBJETIVO DEL SEMINARIO.

Nuestra intención era iniciar un debate sobre el papel del ordenador en la enseñanza de la estadística. Para ello hemos presentado el resumen de una investigación propia centrada en un concepto particular y, a partir de algunos de sus resultados hemos planteado las preguntas iniciales sobre las que basar el debate posterior. Queríamos mostrar cómo, a pesar de los conocimientos didácticos de los profesores, de la disponibilidad de potentes instrumentos de cálculo y representación gráfica, y de la planificación cuidadosa de la enseñanza, no todos los alumnos alcanzan los conocimientos pretendidos.

B) PREGUNTAS RELATIVAS AL MARCO TEÓRICO UTILIZADO EN LA INVESTIGACIÓN PRESENTADA COMO EJEMPLO EN LA PONENCIA.

El marco teórico sobre los significados institucionales y personales de los objetos matemáticos ha sido desarrollado paralelamente al trabajo de investigación sobre la asociación estadística, por lo que su uso no ha sido el mismo en todas las fases de la investigación, aunque desde luego ha servido para analizar e interpretar los resultados y para estructurar el informe de investigación que se presenta.

Nuestra teoría de los significados personales e institucionales de los objetos matemáticos (conceptos, proposiciones, teoremas, y en general cualquier objeto que interviene en la actividad matemática) constituye un modelo epistemológico propio, dentro de una aproximación semiótico-antropológica a la investigación en Didáctica de las Matemáticas, que está recibiendo un cierto respaldo como se pone de manifiesto en las publicaciones que se referencian en el trabajo.

Aunque otros autores usen términos que, en principio, puedan parecer similares, no lo son para nosotros, que hemos preferido usar una teoría que es, en cierto modo integradora de diversas posiciones cognitivas y didácticas. El significado está íntimamente unido a la idea de comprensión y ésta a la de aprendizaje, el cual esperamos que se produzca cuando organizamos secuencias didácticas específicas para la enseñanza de un cierto concepto, como la asociación. Un punto importante es la diferencia entre el significado institucional de un objeto matemático, por ejemplo, el que se pretende que los alumnos adquieran en una institución de enseñanza y el significado personal adquirido por cada alumno.

En relación a la investigación presentada el marco teórico ha servido, en primer lugar para analizar el concepto de asociación (los problemas de donde surge; los instrumentos que permiten representar u operar con el concepto; las propiedades y relaciones con otros conceptos), es decir los elementos extensionales, intensionales y representacionales de la asociación. Este análisis es la base para la construcción de los instrumentos de evaluación, la organización de los "experimentos" de enseñanza y la interpretación final de los resultados obtenidos.

C) PREGUNTAS RELACIONADAS CON LA METODOLOGÍA UTILIZADA EN DICHA INVESTIGACIÓN Y LAS POSIBILIDADES DE EXTENSIÓN DE SUS CONCLUSIONES A OTRAS MUESTRAS DE ALUMNOS.

Puesto que la investigación se ha desarrollado en un período dilatado de tiempo, y ha tenido varias fases, se han empleado diferentes metodologías. El objetivo ha sido diferente en cada una de ellas, incluyendo el estudio de concepciones iniciales, el diseño de una enseñanza basada en el uso de ordenadores y la evaluación del aprendizaje de los alumnos. El ordenador es un elemento importante del estudio pero no se puede aislar de los programas, ficheros de datos, problemas y actividades hechas en la clase.

En todo caso, creemos que nuestro trabajo no puede clasificarse como una investigación experimental en el sentido estricto del término, porque no hemos realizado manipulación perfectamente controlada de variables independientes.

En realidad se han combinado estudios cualitativos y cuantitativos, así como estudios de casos. Los datos se han tomado de cuestionarios, entrevistas, fichas de prácticas, proyectos de los alumnos; observación de alumnos y transcripción del registro de interacción con el ordenador, así como sus discusiones mientras trabajan. Para el estudio inicial de concepciones se han tomado muestras intencionales, mientras que en los experimentos de enseñanza los alumnos participantes son los que se han matriculado en una ciertas asignaturas. Por supuesto esto implica que hemos de ser muy cuidadosos antes de intentar generalizar nuestros resultados. Esto es propio y característico del enfoque interpretativo /cualitativo de investigación en el campo de las ciencias humanas y sociales.

Es también difícil comparar con un grupo que haya recibido enseñanza "tradicional", porque el disponer de ordenador ha implicado un cambio bastante grande en el tipo de problemas propuesto, los instrumentos disponibles para resolverlos y la gestión de la clase. En algunas de las fases se han usado comparaciones de tipo pretest- postest sobre la misma muestra de alumnos; también se han comparado sobre los mismos alumnos la resolución de problemas con y sin ordenador. Finalmente, otra investigación complementaria en curso

permite comparar el aprendizaje con el de otras muestras de alumnos que han seguido un método expositivo tradicional.

Al realizar estas comparaciones hemos encontrado dificultades que se mantienen en todos los grupos, como la confusión entre correlación y causalidad y la confusión entre variable independiente (explicativa) y dependiente (explicada). Cuando la enseñanza se ha basado en el uso de ordenador hemos encontrado una mayor variedad de estrategias en la resolución de los problemas, aunque algunas de ellas han sido inadecuadas.