

¿PARA QUÉ ENSEÑAMOS ESTADÍSTICA?

Christiane Cynthia Ponteville
 Instituto Superior del Profesorado “Dr. Joaquín V. González”
 Universidad de Buenos Aires
 chponteville@gmail.com

Argentina

Resumen. La estadística se ha convertido en un instrumento fundamental del análisis de datos en las diferentes áreas de conocimiento. Bajo la necesidad de transmitir una herramienta que se relacione con los resultados obtenidos, su enseñanza debe tener en cuenta el marco en el cual se validan los resultados. Proponemos un análisis de los diferentes aspectos involucrados en este proceso. Se espera realizar una descripción de los correspondientes marcos de referencia en los cuales se tiene en cuenta tanto la naturaleza epistemológica de los contenidos, los planos cognitivo y didáctico, todos ellos enmarcados en aspectos socioculturales.

Palabras clave: alfabetización estadística, pruebas de hipótesis, libros de texto

Abstract. Statistics is being a fundamental instrument for data analysis in different knowledge areas. Statistics teaching should take into account the tools needed for data relations and the frame in which results are validated. Our proposal is an analysis of the different topics involved in the proceeding. Is expected to make a description of the corresponding frames of reference which takes into account both the epistemological nature of the content, cognitive and educational levels, all framed in sociocultural aspects.

Key words: statistics alphabetization, hypothesis test, text book

Introducción

La estadística en nuestra sociedad

La estadística posee un papel primordial en el desarrollo de la sociedad actual proporcionando herramientas que permiten describir situaciones de incertidumbre en análisis científicos, sociales y económicos actuales. Analizar la variabilidad, determinar relaciones entre variables, diseñar estudios y experimentos y mejorar las predicciones son algunos de los aspectos que la estadística tiene en cuenta. La adquisición de ideas estadísticas es, por lo tanto, un asunto de gran importancia para la sociedad contemporánea. La importancia cada vez mayor de la tecnología, de la ciencia y de los medios de comunicación en las sociedades modernas ha favorecido a su desarrollo en forma vertiginosa.

La estadística tiene sus orígenes en la administración pública, brindando un servicio al estado o al gobierno. Ha sido utilizada y aplicada en una amplísima variedad de áreas: salud pública a través de la epidemiología y la bioestadística, entre otras; análisis económicos y sociales, como la tasa de desempleo y la econometría. Todas estas áreas necesitaron de un desarrollo cualitativo significativo de la estadística. De esta forma, la estadística se encuentra en pleno desarrollo respondiendo a dos vertientes: su utilidad para el resto de las ciencias y su propio progreso y crecimiento teórico, jugando la informática un papel fundamental en su desarrollo.

Como reflejo de esta situación, en el caso de las instituciones educativas de nivel superior muchas tienen departamentos académicos de matemática y estadística en forma paralela y la estadística se enseña en departamentos tan variados como los de medicina social, psicología, relaciones del trabajo, entre otros.

Teniendo en cuenta su naturaleza, la estadística puede ser considerada no como una rama de la matemática, sino como una área de conocimiento en estrecha vinculación con ella que toma un status parecido al que tienen, por ejemplo, las nuevas ciencias relacionadas con la informática. Según sus enfoques, se ha superpuesto con, por ejemplo, la teoría de la decisión poniendo el énfasis en la posibilidad de hacer predicciones cada vez más acertadas y con las ciencias de la información en el procesamiento de datos.

Es transversal a una extensa variedad de disciplinas, desde el control de calidad hasta las ciencias sociales, desde las ciencias de la salud hasta la física. Podemos decir que el método estadístico es la matemática social por antonomasia. (Bell, 1995).

Es así como, la estadística, durante el siglo XX, ha sido considerada parte de la base del método científico y una estrategia metodológica fundamental. “Además de su carácter instrumental para otras disciplinas, se reconoce el valor del desarrollo del razonamiento estadístico en una sociedad caracterizada por la disponibilidad de información y la necesidad de la toma de decisiones en ambientes de incertidumbre” (Batanero, 2002). Dado este carácter multifacético, pueden encontrarse una variedad de definiciones y caracterizaciones para la estadística pero nos contentaremos con decir que la estadística es la ciencia que estudia cuantitativamente los fenómenos aleatorios. Los métodos estadísticos y las conclusiones que provienen de ellos se deben usar en todas las etapas de una investigación.

Enseñanza de la estadística

A lo largo del tiempo, las sociedades se han organizado para incorporar a la matemática y la ciencia en general en el mundo del conocimiento dando a la enseñanza de la matemática un papel central en la formación integral del ciudadano. Este cambio social, definido como de culturalización científica, ha favorecido el desarrollo de estructuras de enseñanza con base en diseños que se incorporan a las prácticas tanto de educación formal como de educación informal. Respecto de los temas vinculados a la estadística, su desarrollo y difusión son una demanda cada vez más urgente de nuestras sociedades modernas. Este proceso social de culturalización estadística ha generado la necesidad de incorporar a los diferentes niveles de la educación conceptos y prácticas relacionados con las probabilidades y la estadística.

Unido fuertemente a los contactos globales en los niveles social, económico y político, es preciso que un ciudadano pueda interpretar matices muy variados de temas de referencia muy amplios. Para ellos podemos identificar tres niveles caracterizados por una continua retroalimentación:

- ❖ comprensión de los términos básicos de las probabilidades y la estadística
- ❖ comprensión del lenguaje de las probabilidades y estadística insertos en un medio social más general
- ❖ actitud crítica frente a situaciones en las que intervengan estos conceptos

De esta manera se le imprime al perfil antes desarrollado una variable dinámica de tiempo para evitar caer en caracterizaciones estáticas (Serradó Bayés, 2013).

Ya, la importancia de la formación estadística de los estudiantes en todos los niveles educativos no parece ser en este momento un tema de discusión pues los conceptos relacionados con las probabilidades y la estadística aparecen, en mayor o menor grado según las orientaciones, en todos los niveles de la educación. Lo que genera permanente debate entre los docentes responsables son los resultados desalentadores en el aprendizaje de sus alumnos siendo estos niños, adolescentes, jóvenes o estudiantes de cualquier edad. Esta inquietud genuina de los docentes a largo de los años y de todos los niveles de la instrucción ha provocado que una comunidad cada vez más grande de investigadores trate de encontrar respuesta a la diferencia que existe entre lo que es enseñado y lo que es aprendido existiendo un aumento notable de publicaciones, propuestas de diseños curriculares e investigación relacionados con este tema.

Este interés, unido al rápido desarrollo de la estadística como ciencia y como herramienta fundamental en otras áreas, impulsado significativamente por el desarrollo y la difusión de los métodos computacionales con el crecimiento de su potencia y velocidad de procesamiento de datos así como por las posibilidades de envío de la información, propone un gran desafío. Todo ello ha facilitado el uso de la estadística a un número cada vez mayor de alumnos, provocando, en consecuencia, una gran demanda de formación básica en esta materia, en general, a cargo de los profesores de matemáticas.

Las causas generales del interés por la enseñanza de las probabilidades y la estadística son diversas y de diferentes índoles. La estadística debe ser parte de la educación de los ciudadanos adultos ya que en la actualidad se deben poseer capacidades para leer e interpretar tabla y gráficos presentes con frecuencias en diferentes medios informativos sobre una amplia gama de temas guiados por la comunicación permanente de aspectos sociales, económicos y políticos. Además, las especificidades de la mayoría de las profesiones exigen cada vez más poseer conocimientos básicos ya que la estadística interviene en el estudio de fenómenos complejos, en los cuales es fundamental

reconocer las variables involucradas, obtener información de las mismas, interpretarlas y analizarlas. Este proceso deberá estar acompañado del desarrollo del razonamiento crítico fundamentado en la valoración de evidencia objetiva que permita resolver problemas de decisión y efectuar predicciones. Esto acompaña el desarrollo de otras áreas de conocimiento del curriculum correspondiente, en los diferentes niveles educativos, donde con frecuencia aparecen gráficos, resúmenes o conceptos estadísticos.

Otro punto de interés, es que la visión del curriculum de matemática, que en forma tradicional es determinística, deberá ser modificada por criterios del pensamiento estadístico y probabilístico. Por ejemplo, teniendo en cuenta una gran diversidad de temas a los cuales se puede acceder a través de la probabilidad y la estadística no requiriendo técnicas matemáticas sofisticadas. Finalmente, sus aplicaciones proveen a los estudiantes ejemplos de resolución de problemas reales enfatizando la experimentación y la resolución de problemas. El interés por la enseñanza y comprensión de la estadística no se encuentra solamente en los interesados por temas de educación matemática. Esta motivación se extiende a los propios estadísticos y las investigaciones sobre el razonamiento estocástico han tenido un gran auge en el campo de la psicología (Batanero, 2000).

Uno de los aspectos fundamentales de la enseñanza de la estadística es que los fenómenos aleatorios aparecen fuertemente en la sociedad actual. De esta forma, aunque, tradicionalmente, la mayor parte de las aplicaciones se basaban en los juegos de azar, ya que estos son corrientes y producen, en general, espacios muestrales fácilmente visibles y en gran número finitos, si esperamos que los alumno valoren el rol de la probabilidad y estadística, es fundamental acercarse a problemas del mundo biológico, físico, social y político: las características genéticas, la previsión climática, el resultado de las actos eleccionarios, el crecimiento de la población, la extinción de las especies, el efecto de los hábitos alimenticios o las drogas sobre la salud, la extensión de enfermedades, los resultados deportivos, el índice de precios o el censo de la población son claras evidencias del mundo que los rodea. De esta forma, aparece fuertemente el concepto de modelo dando una oportunidad muy importante para entender y aprender a medir matemáticamente dentro de las probabilidades alejándonos de los criterios clásicos de medición.

Se puede también enfatizar entre estos aspectos favorecer a la resolución de problemas, la formulación de conjeturas en lenguaje matemático, la validación como la demostración y razonamiento de las ideas matemáticas y la institucionalización como un acuerdo social en la construcción de conocimiento. El profesor no será entonces una fuente de conocimiento, sino un encargado de administrar este conocimiento, de facilitar la construcción del mismo y los medios que permitan al alumno progresar en su aprendizaje.

La enseñanza de las pruebas de hipótesis en las aulas

Para ejemplificar algunos de los aspectos antes mencionados vamos a utilizar a la enseñanza de las pruebas de hipótesis como nuestro objeto de estudio. Las pruebas de hipótesis en el nivel superior en la mayoría de los diseños curriculares o planes de estudio se presentan en forma dispar. Mientras que en algunos tiene un lugar central en alguna asignatura como estadística, bioestadística, econometría o estadística aplicada en otros casos se introduce como parte de alguna asignatura del área a la cual pertenece la carrera. Esto hace que las formas de enseñar difieran fuertemente y sea totalmente dependientes de la situación en la cual se imparten.

Podemos establecer dos tipos de tendencias predominantes en su enseñanza: interpretar las pruebas de hipótesis como modelos matemáticos excluidos del contexto sin tener en cuenta observaciones pertinentes al campo que será aplicada o como la simple aplicación de un algoritmo, olvidándose del contexto para saber cómo los números pueden relacionarse con las mediciones y con el modelo matemático. En la primera postura, se observa que hay una ausencia de vinculación entre el tópico de estocásticos y las experiencias intuitivas de los estudiantes dando prioridad a requerimientos puramente matemáticos. En la segunda, no hay aspectos de su surgimiento en el proceso de enseñanza-aprendizaje, reduciéndose al manejo algorítmico de datos y generando la idea que los paquetes estadísticos pueden resolver cualquier problema. Cualquiera de las dos involucra una falla en la generación del concepto pues no tiene en cuenta su verdadera naturaleza teniendo la diversidad de ideas y planteos que dieron cuenta de su génesis en la historia de la ciencia.

En general, en las pruebas de hipótesis no hay aspectos de su surgimiento en el proceso de enseñanza-aprendizaje, reduciéndose al manejo metodológico de reglas y símbolos. Las pruebas de hipótesis deben ser vistas desde una doble perspectiva, teórica y experimental. Un ejemplo de la complejidad de adquisición de este concepto es la confusión que se presenta entre estadístico y parámetro. Esto surge por la dificultad de concebir, por ejemplo, a la media muestral como una variable aleatoria y esto arrastra confusión a la hora de interpretar correctamente el nivel de significación de una prueba. Pues en general, no se profundiza sobre la conexión entre el estudio del modelo probabilístico y el análisis de datos empíricos, por lo que los modelos matemáticos pierden su objetivo si no se relacionan con los datos que se quieren modelar. Dado el impresionante desarrollo de la informática los alumnos llegan a un manejo razonable de estas herramientas y a realizar correctamente cálculos aislados. Sin embargo, cuando se trata de poner en correspondencia diferentes elementos del significado de lo calculado para tomar una decisión se plantean muchas dificultades. Otra de las complejidades que presentan es que el concepto de variable aleatoria queda implícito en el de prueba de hipótesis, siendo este tratado de manera

sobrentendida ya que aquí se evidencia en los alumnos, en general, el pensamiento determinístico sobre el probabilístico generando un obstáculo a su comprensión.

Las pruebas de hipótesis en los libros de texto

Para ejemplificar alguno de los aspectos antes mencionados del discurso matemático escolar miraremos algunos libros de texto en los cuales aparecen las pruebas de hipótesis. Utilizados en formas diversas por los docentes y alumnos, ya sea como libro obligatorio o de consulta, los libros de texto permiten vislumbrar concepciones respecto de la estadística. Aunque no sean directamente utilizados por los alumnos, los maestros y profesores acuden a ellos para organizar sus trabajos a realizar en los diferentes cursos.

La utilización de libros de texto es dispar entre los profesores de nivel superior ya que cada uno se apoyará en libros de texto relacionados con su propia área de formación. Es difícil responder cual será el papel de los libros de texto en el futuro pero ya hay muchas evidencias sobre su transformación a ediciones electrónicas e incluso en formato accesible a la consulta, modificación y sugerencias a través de Internet. Es también posible acceder a datos de todo tipo para que los estudiantes puedan realizar investigaciones sobre temas diversos. Sin embargo, estos formatos en general no difieren mucho en su esencia de las ediciones en papel, modificándose solamente el vehículo de su transmisión favoreciendo su masividad.

Bajo la necesidad de transmitir una herramienta que valide los resultados obtenidos, los libros de texto que involucran temas y ramas del análisis estadístico presentan usualmente el tema de las pruebas de hipótesis como si fuera una teoría única, unificada y sin controversias. Es muy infrecuente que esos textos mencionen, menos aún que discutan teóricamente, que esa teoría que presentan es una combinación entre las ideas de trabajar en forma teórica a priori, y del valor P , a posteriori (Ponteville, 2010). De esta manera la presencia de las hipótesis nula y alternativa y las diferentes interpretaciones que se realizan del valor P permiten entender cuales son los argumentos presentes para su validación como contenido científico. En este análisis, las argumentaciones utilizadas adquieren una importancia trascendental a ser tenida en cuenta ya que el conocimiento se apoyará básicamente en dos modos de comprensión y expresión: uno se realiza de forma directa, y corresponde a la intuición y el otro se lleva a cabo de forma reflexiva. Veamos dos ejemplos que juxtaponen ideas en sus concepciones siendo necesario aclarar que no consideramos que alguno esté equivocado sino que cambia la concepción sobre la cual se construyen los argumentos.

El libro “Probabilidad e inferencia estadística” (Santaló, 1980) corresponde a una serie de monografías realizadas a partir de 1970 con el auspicio de la OEA con el fin de promover temas en

las áreas de física, química, biología y matemática. Se destinaron a profesores y alumnos de ciencias de enseñanza secundaria y de los primeros años de la universidad. El libro se encuentra organizado recorriendo la definición clásica de probabilidades y su definición axiomática con la construcción de las σ -álgebras correspondientes, las distribuciones de probabilidad básicas y sus relaciones, los teoremas centrales. Marca una diferencia epistemológica muy importante entre las probabilidades y la estadística considerando a las probabilidades como un modelo teórico y a la estadística como un modelo de la naturaleza. Afirma que la parte de la estadística que más utiliza las probabilidades es la inferencia. En el último capítulo, plantea los temas de estimación por intervalos de confianza y verificación de hipótesis. En la verificación de hipótesis genera la idea de hipótesis nula y alternativa a través de parámetros, explica: “se trata, entonces, mediante una muestra, de verificar el grado de certeza de esta hipótesis”. Define en forma teórica, los dos tipos de errores y la de potencia del test. Introduce al nivel de significación como la probabilidad de cometer error de tipo I. La forma de tomar decisiones se explica en forma teórica y no se aplica a ningún ejemplo. A continuación, explica el método de la Ji- cuadrado para comparar distribuciones experimentales y teóricas donde desarrolla varios ejemplos y situaciones. El planteo realizado por este autor es eminentemente teórico y debe ser abordado con conocimientos matemáticos avanzados. Todas las argumentaciones son de tipo deductivo. No se discute la existencia del P-valor y se instala la idea de simetría entre las dos hipótesis, la nula y la alternativa. Su carácter es eminentemente matemático a pesar de las apreciaciones hechas en general sobre las diferencias existentes entre probabilidades y estadística.

En el libro *Estadística Aplicada a través de Excel* (Pérez, 2007) queda evidenciado en el título el carácter que este libro va a tener, poniendo a las herramientas informáticas al servicio de los contenidos de la estadística. Después de realizar una presentación de las técnicas básicas del uso de Excel, en cinco capítulos cuyos títulos están unidos por la estadística descriptiva recorre los métodos gráficos, medidas de tendencia central y de dispersión, la correlación y regresión simple y múltiple, variables cualitativas. Luego describe aspectos de la probabilidad, variables aleatorias discretas y continuas. Los intervalos de confianza preceden al capítulo de contrastes de hipótesis que continúa en ANOVA y muestreo estadístico. Los últimos capítulos son de series temporales y control estadístico de calidad. Buscando describir una técnica para dar respuesta a problemas concretos utilizando el Excel, se presentan términos como nivel de confianza, P-valores, hipótesis nula a través de la información de las ventanas producida por el Excel luego de procesar los datos. La cantidad de salidas de Excel que presenta son muchas en todos estos capítulos. Dice que la estadística se utiliza en muchos campos y que lo esencial para empezar a trabajar en estadística es la comprensión de los conceptos estadísticos que no requiere el dominio de aparato matemático. En los capítulos 10 y 11 realiza una presentación teórica de los intervalos de confianza y de las

pruebas de hipótesis. En las pruebas de hipótesis, introduce un listado de definiciones: contraste de hipótesis, hipótesis nula, alternativa, estadístico, nivel de significación, entre otros. Dedicar un apartado entero al P-valor definiéndolo como el menor valor de significación. Perfilar la relación con diferentes niveles de significación y explica que los programas informáticos lo proveen, permitiendo decidir si rechazar o no, por comparación de orden. La discusión sobre los niveles de significación se reduce a su comparación con el P-valor. Se evidencia un uso del P-valor a través de las salidas del Excel, así como el reconocimiento de los estadísticos presentes en las diferentes salidas. Sin embargo, al necesitar dar una definición formal se recurre a la estrategia de las hipótesis y el nivel de significación establecido a priori. No se establece diferenciación entre cuales estrategias corresponden a la estadística descriptiva y cuales a la inferencial imprimiéndole un carácter determinístico sin explorar en profundidad el concepto de muestra.

Reflexiones finales

A través de esta mirada de las pruebas de hipótesis inmersas en la enseñanza de la estadística y esta como forma de alfabetización estadística podemos observar la necesidad de instalar una mirada sobre la enseñanza de la estadística actual en función de los objetivos buscados por el curso impartido, trascendiendo el esquema actual de formación tradicional que no ha logrado con los estudiantes actuales resultados satisfactorios. Sabiendo que formamos parte de una sociedad educativa, los docentes deberemos prestar atención a estas formas de construcción del conocimiento. Como es necesario que ocurra, los resultados obtenidos nos dejan muchas más preguntas que respuestas identificando diferentes planos para tener en cuenta tanto dentro como fuera de las aulas: análisis de la inclusión de influencias externas en el aula, creencias sociales respecto de como se toman las decisiones en diferentes ámbitos de la sociedad, validación de resultados científicos a través de pruebas de hipótesis, prácticas sociales asociadas al valor P como elemento de decisión, influencia de modelos informáticos para enseñar pruebas de hipótesis en diferentes escenarios entre muchas otras.

Referencias bibliográficas

Batanero, C. (2002). *¿Hacia dónde va la educación estadística?* Disponible en:

<http://www.ugr.es/~batanero/ARTICULOS/CULTURA.pdf>

Batanero, C., Garfield, J. B., Ottaviani, M. G. y Truran, J. (2000). *Investigación en Educación Estadística: Algunas Cuestiones Prioritarias*. En *Statistical Education Research Newsletter* 1(2).

Disponible en: www.ugr.es/batanero/ListadoEstadística.htm

Bell, E.T. (1995). *Historia de las matemáticas*. México: Fondo de Cultura Económica.

Pérez, C. (2007). *Estadística Aplicada a través de Excel*. Madrid: Pearson.

Ponteville, Ch. (2010). *Las pruebas de hipótesis en los libros de texto*. Comunicación Breve presentada en la IX Conferencia Argentina de Educación Matemática, octubre, Villa María.

Santaló, L. (1980). *Probabilidad e inferencia estadística*. Washington: OEA.

Serradó, A. (2013). El Proyecto Internacional de Alfabetización Estadística. *Números* 83, 19-33.