

Probabilidad y Estadística: ¿qué pretendemos lograr con su enseñanza?

Elena T. de Carrera;* Stella M. Vaira;* Lilliana E. Contini*

Resumen

Para permitir que estudiante y graduado aprecien críticamente los fenómenos biológicos, entiendan trabajos científicos y produzcan a su vez los propios, necesitan conocimientos de Probabilidad y Estadística y comprender que, cuando estudian Probabilidad, tratan de predecir el resultado de un proceso conociendo el modelo subyacente. En cambio, cuando estudian Estadística, observan el suceso y tratan de inducir el modelo subyacente.

Nuestra propuesta de enseñanza de Probabilidad y Estadística se basa en una fuerte motivación que depende de la carrera y está orientada hacia la resolución de problemas utilizando la computadora como auxiliar para resolverlos y simularlos. Simultáneamente se anima al alumno a generar sus propios proyectos, búsqueda de datos, análisis de situaciones particulares y posibilidades de generalización.

* Dpto. de Matemática - Área Estadística - Facultad de Bioquímica y Cs. Biológicas - UNL
email: ecarrera@fbc.unl.edu.ar

Introducción

Una enseñanza tradicional de la Matemática sobreentendía tratar únicamente cuestiones determinísticas. Se ignoraba la existencia de problemas que requieren soluciones aproximadas o que toman determinado valor con cierta probabilidad, como son la mayoría de los problemas de la vida real.

Las Ciencias Biológicas y de la Salud basan sus resultados en datos experimentales, es por eso que se hace necesario que nuestros alumnos conozcan métodos científicos que les permitan validar sus conclusiones. La Estadística y sus procedimientos permiten al estudiante y al graduado apreciar críticamente los fenómenos biológicos, entender trabajos científicos y producir los propios, además de generar datos de calidad.

Los métodos estadísticos inferenciales se basan en el concepto de probabilidad. Tenemos que establecer una conexión clara entre Probabilidad y Estadística. Es necesario que el alumno pueda comprender que cuando estudia Probabilidad, trata de predecir el resultado de un proceso conociendo el modelo subyacente. En cambio, cuando estudia Estadística, observa el suceso que se puede considerar como un resultado y trata de inducir el modelo subyacente. Establecemos un nexo muy fuerte e importante entre Probabilidad y Estadística a través del “Análisis Exploratorio de Datos”⁶, filosofía de trabajo introducida por Tukey en la década del 70, que permite analizar los datos y las variables descubriendo relaciones que no pueden ser descriptas con sólo dos valores como en la clásica y antigua estadística descriptiva que, con el cálculo de media y desviación estándar, se concluían trabajos de investigación.

Para conceptos tan abstractos como el de Probabilidad, que es un capítulo de la Matemática, según Santaló,⁵ resulta excelente introducirlo en forma intuitiva y, luego, llegar a la etapa de formalización. Además, ésta dependerá de la ubicación temporal de la enseñanza de esta asignatura en la carrera.³ Sin embargo, damos énfasis a la definición de probabilidades a través de la frecuencia a la que se suele llamar probabilidad experimental, porque para una carrera técnica es fundamental ya que la probabilidad aparece como consecuencia de un gran número de ensayos o experiencias y no puede calcularse de antemano.²

Son múltiples los ejemplos que recrean nuestra metodología de trabajo en el Aula Universitaria. Ésta se basa en la presentación de una situación real, extraída de artículos publicados en revistas internacionales o de trabajos de investigación interdisciplinarios en los que participamos, acompañado del uso de la computadora, que permite no sólo visualizar y resolver el problema sino simular situaciones no contempladas originalmente. Incorporamos la simulación para estimular la capacidad creativa de los alumnos, con problemas estocásticos sencillos.

Nos planteamos la necesidad de lograr un equilibrio entre dos posiciones en cierto modo antagónicas. Por una parte, aquella que basa el proceso de enseñanza-aprendizaje en los aspectos matemáticos de la construcción del conocimiento estadístico y transforma el aula o la clase en un aula o clase de matemática y pierde de vista los conocimientos estadísticos y la esencia de los conceptos. Por otra, aquella que preconiza la utilización del instrumento sin la necesaria comprensión de su fundamentación, convirtiéndose ésta en un cúmulo de recetas y algoritmos que, por alejarse de la matemática, resulta tan difusa que es imposible de comprender. Alcanzar este punto de equilibrio entre estas posturas es complicado.³

Metodología de trabajo

Cada unidad temática es presentada por medio de ejemplos y de problemas que resultan de especial interés para los alumnos por su aplicación a las Ciencias Biológicas y, con el apoyo gráfico, éste puede “ver” los resultados de las simulaciones y experiencias que ha realizado. Esta fuerte motivación con problemas la acompañamos con la ubicación histórica del tema y una pequeña biografía del autor, cuando corresponde. Se destaca que la Teoría Estadística estuvo impulsada por las otras Ciencias, siendo la Biología una de las que más influyó en su desarrollo. Procediendo de esta manera, el acceso a la comprensión de los conceptos es más simple. Tratamos de generar primero la necesidad de resolver alguna situación problemática con temas relacionados con la especialidad y, luego, proseguimos con las fundamentaciones teóricas que, así, resultan más “fáciles” y amenas.

Algunas de las aplicaciones que se refieren a los conceptos de probabilidad y probabilidad condicional, las hacemos utilizando como recurso didáctico los modelos de urna. Estos modelos son usados desde hace mucho tiempo -desde los inicios de la teoría de probabilidad hasta nuestras décadas- y se implementaron, mediante los juegos, en la Teoría de Control de Calidad.⁷ Son importantes desde el punto de vista teórico como descripción de un modelo estadístico y, desde el punto de vista práctico, por el hecho de que muchos problemas reales se ajustan a estos modelos, como el Modelo de Propagación de Epidemias de George Polya¹, presentado en clase de la siguiente manera:

“Tenemos una Urna con dos bolillas: una azul (corresponde a una persona enferma) y una roja (corresponde a una persona sana); agregamos a esa composición una bolilla más (tercera persona que se incorpora al grupo), de la siguiente manera: se extrae una bolilla de la Urna y si resulta azul se la reemplaza por dos azules, y si resulta roja es reemplazada por dos rojas; queda así incorporada una persona sana o enferma al grupo”.

Una vez planteado el enunciado, procedemos con la simulación del mismo, graficando las diferentes situaciones y analizando cuestiones epidemiológicas.

Con la simulación podemos modelar diferentes problemas, ayudándonos a comprender la naturaleza estocástica del fenómeno.

Otro problema, de gran aplicación en Ciencias de la Salud y en el que interviene fuertemente el concepto de probabilidad condicional, está relacionado con la calidad de un test para detectar la presencia de una enfermedad: “Suponemos que cierta enfermedad está presente en una población, de manera que aproximadamente un cierto porcentaje C de la población tiene la enfermedad. Se ha diseñado un test que permite saber si una persona tiene o no la enfermedad, cuyos resultados son P (Positivo), indicando que la persona tiene la enfermedad y N (Negativo), indicando que la persona no tiene la enfermedad. Ocurre que el test no es perfecto y puede equivocarse de dos maneras: declarando sana a una persona enferma o declarando enferma a una persona sana. Naturalmente, los fabricantes del test han hecho estudios que indican que estos errores tienen escasa probabilidad de producirse y han llegado a estimar que el primero se produce con probabilidad A y el segundo con probabilidad B . Con los elementos presentados se puede aplicar el Teorema de

Bayes para calcular la probabilidad de que una persona declarada enferma esté realmente enferma. La idea es dar diferentes valores a los parámetros A, B y C y observar la evolución de esta probabilidad. Luego graficamos probabilidad versus uno de los parámetros (A, B, C) y una simulación de N casos independientes”.

Tratamos así de que el alumno reflexione acerca de lo que es “más probable” y “menos probable”; además, puede observar nuevas situaciones que enriquecerán su aprendizaje.

Otra alternativa que usamos es la que surge a partir de los aportes de la informática, que tiene como ventaja utilizar el tiempo de clase para la reconceptualización y la transposición del conocimiento a las situaciones prácticas. Elegimos trabajar con calculadoras de bolsillo en la resolución de problemas que requieren poco procesamiento de datos, y con el laboratorio de informática para el manejo de grandes volúmenes de datos. Cuando no nos es posible acceder al laboratorio de informática, realizamos lecturas e interpretaciones de salidas de computadora de problemas resueltos, permitiéndonos dedicar tiempo suficiente a la interpretación como *proceso que ve el sentido de los resultados y examina las implicancias de lo observado dentro un contexto más amplio. La interpretación no puede hacerse en forma mecánica al seguir técnicas metodológicas que primero parecen tediosas pero que luego pueden aprenderse; se requiere destreza, creatividad, razonamiento lógico, comprensión intelectual y bases teóricas para interpretar y reportar las observaciones del estudio.*⁴

Esto nos ha llevado a cambiar la forma de evaluar, ya que deben reflejar la forma de trabajo en el aula.

Conclusiones

La formación Estadística es indispensable en carreras relacionadas con las ciencias fácticas. En nuestro caso, en carreras cuyos ejes centrales lo constituyen la Química y la Biología. Su enseñanza debe ser cuidadosamente tratada, logrando un equilibrio entre aquella que basa el proceso de enseñanza aprendizaje en los aspectos matemáticos de la construcción del conocimiento estadístico, y la que preconiza la utilización del instrumento sin la necesaria comprensión de su fundamentación.

La primera conduce a una pérdida de interés del usuario que busca una aplicación cercana en las ciencias fácticas, y la segunda, a un uso y abuso de las técnicas estadísticas con riesgosas inferencias.

Nuestra propuesta de enseñanza de la Probabilidad y Estadística se basa en una fuerte motivación que depende de la carrera y está orientada hacia la resolución de problemas utilizando la computadora como auxiliar para resolverlos y simularlos. Este último es un recurso poco explotado en el aula.

No pretendemos formar estadísticos, sino usuarios inteligentes y críticos de la Estadística.

Bibliografía

1. Feller, W. (1986). *Introducción a la Teoría de Probabilidades y sus aplicaciones*. Vol 1. Limusa. México.
2. Kai Lang Chung (1983). *Teoría elemental de la probabilidad y de los procesos estocásticos*. Editorial Reverté.
3. Leiva, M.; Carrera, E.; Bottai, H.; Contini, L.; Vaira, S. (1999) "Educación estadística en la formación de grado y posgrado en las Ciencias Biomédicas". *Actas del IV CLATSE - SAE - Mendoza - Argentina*
4. Polit, D; Hungler, B. (1994). *Investigación científica en Ciencias de la Salud*. Interamericana Mc Graw Hill. México.
5. Santaló, Luis (1975). "Probabilidad e Inferencia Estadística. Monografía Nro. 11". OEA (Organización de los Estados Americanos). Washington, D. C.
6. Tukey, J. W. (1970). *Exploratory data analysis*. Addison Wesley. New York.
7. Vaira, S.; Contini, L.; Carrera, E. (2000) "Probabilidad y modelos de urnas". *UMA XXIII Reunión de Educación Matemática - Rosario - Argentina*.