

## 282

### "Ansiedad epistemológica", estadística y sociología: estrategias y soluciones en el aula

---

*Raimundo Otero-Enríquez. Universidade da Coruña (España)*

*Alberto Rodríguez-Barcón. Universidade do Porto (Portugal)*

*Estefanía Calo. Universidade da Coruña (España)*

#### 1. Introducción y contexto.

El contexto de la presente comunicación se enmarca en el desarrollo de la asignatura de Estadística II, perteneciente al plan de estudios del Grado en Sociología de la Universidade da Coruña (UDC). El objetivo fundamental de las unidades didácticas que componen la materia es la de introducir al alumnado, de modo solvente, en el campo de la inferencia estadística. En la concepción inicial del diseño de la asignatura, durante el curso 2014-15, parecía perentorio incluir en la primera unidad didáctica una inmersión rápida en los aspectos generales del muestreo (estimaciones por intervalo, tipos de muestreo, cálculo del tamaño muestral, etc.), para transitar, *a posteriori*, hacia el entendimiento de pruebas de decisión estadística para una, dos o más muestras, etc. Por supuesto, estos escenarios estadísticos son fundamentales para el desempeño solvente del oficio del/de la sociólogo/a.

Sin embargo, se hicieron evidentes, desde el primer momento, carencias graves en las competencias matemáticas con las que contaba el alumnado al iniciar la materia, que impiden transitar del análisis descriptivo a otro inferencial con éxito (Batanero et al., 2001). Tales carencias, cabe precisar, tenían como origen la diversidad de trayectorias académicas en el Bachillerato de nuestros/as estudiantes; una gran parte no había cursado en este período formativo ninguna asignatura de matemáticas; otra importante proporción mostraba un completo desconocimiento sobre la utilidad práctica, especialmente, de las principales distribuciones de probabilidad. En particular, resultaba llamativo el total desconocimiento sobre la operatividad distributiva de la normal, y la total desconexión entre este concepto y el de probabilidad (Pfannkuch, 2006). Por tanto, el principal cometido de la asignatura, transitar del análisis descriptivo a otro inferencial, no se alcanzaba plenamente

Efectivamente, resultaba evidente que nuestro alumnado se estaba enfrentando a un problema común, y no menor, en la enseñanza de la estadística: la "ansiedad epistemológica" resultante de no conocer el/la alumno/a los propósitos y orígenes de los objetos matemáticos a los que se enfrenta (Wilensky, 1997; Batanero, 2001: 101).

Por tanto, en los cursos posteriores, la materia cambia su planteamiento inicial. En los dos primeros cursos se decide, en la modalidad de evaluación continua y al margen de las tres pruebas objetivas previstas, realizar dos prácticas voluntarias de muestreo probabilístico (que podían llegar a sumar 1,5 puntos sobre la calificación final): una individual, centrada en potenciar el rol de la acción en el aprendizaje estadístico (Charnay, 1994: 59); y otra de tipo cooperativo, sustentada en promover una responsabilidad solidaria que obliga a cada integrante de los grupos de trabajo establecidos a esforzarse al máximo, para no perjudicar al conjunto de sus compañeros/as (Tsay y Brady, 2010).

Tras la pertinente evaluación cuantitativa de las competencias alcanzadas mediante diferentes encuestas al alumnado (Otero y Muñoz, 2016; Otero et al., 2017), si bien es cierto que ambas prácticas mejoraban significativamente el aprendizaje de las relaciones entre los ejes básicos del muestreo probabilístico (tamaño muestral y fórmula correctora, grado de confianza y error absoluto), parecía necesario activar una estrategia alternativa para entender mejor la pervivencia en el aula de la "ansiedad epistemológica". Para

superar este contexto de enseñanza-aprendizaje adverso, explicaremos a continuación qué elementos configuran una unidad didáctica de introducción a la inferencia estadística, y por qué la aplicación de un enfoque cualitativo de investigación didáctico-evaluativa se ha revelado especialmente fructífero para el diseño final de sus contenidos.

## 2. Metodología.

Para lograr recabar evidencias más sólidas de cara a mitigar la ansiedad epistemológica de la totalidad del alumnado, se culmina una secuencia evaluativa inter-métodos (Feria et al., 2019; Forni y De Grande, 2020) organizando un grupo de discusión en el curso 2017-2018. Teniendo como referencia, entre otras posibles, el estudio de Organista y Cordero (2006), se procede a constituir esta particular reunión grupal contando con siete estudiantes que cumplieran una condición común: haber estado matriculados/as en la asignatura durante el curso señalado. Con el fin de garantizar una mínima heterogeneidad interna, los/as alumnos/as participantes obtuvieron dispares resultados académicos en la materia.

Para acometer el análisis de contenido de los discursos generados, se ha efectuado una codificación temática de los mismos, siguiendo los criterios establecidos por Conde (2009). A tal efecto, se sintetizan en la Tabla 1 los "verbatim" que mejor representan los temas recurrentes en la conversación grupal generada.

## 3. Análisis de contenido.

La estrategia de partida que expone el moderador del grupo de discusión es que el alumnado participante piense en sus competencias matemáticas (especialmente las de tipo "saber" y "saber hacer") antes de haber dado comienzo el curso y nuestra asignatura. Claramente, afloran cuatro temas relacionados con su proceso de aprendizaje previo (algunos de los cuales ya hemos avanzado en el epígrafe introductorio). Son los siguientes (véase Figura 1):

1. *"La ansiedad epistemológica de partida"*: todos los integrantes del grupo manifiestan este sentimiento ante la falta de una enseñanza matemática en la que primase el diálogo constructivo para, a través de esta interacción, entender la aplicabilidad de conceptos estadísticos a la realidad. Especialmente en el instituto, la travesía para el entendimiento de conceptos matemáticos se ve siempre zanjada en el aula por los "porque síes" de diferentes docentes.
2. *"La incompreensión de la infinitud"*: en efecto, la "ansiedad" no promueve un acercamiento a la practicidad del concepto de infinito para entender, sin ir más lejos, una distribución normal. Si ésta es una curva teórica perfectamente simétrica basada en un infinito número de casos, la negación o no entendimiento de esta competencia de tipo "saber", tiene un efecto en cadena obvio: no entender a posteriori, por ejemplo, el fundamento teórico que subyace a otras distribuciones probabilísticas como la t de Student o chi-cuadrado, etc.
3. *"Las distribuciones de probabilidad como constructos esotéricos"*: la total incompreensión del sentido teórico de las distribuciones de probabilidad hace que sus propiedades básicas, o el cálculo de áreas (o de proporción de datos o de sujetos), no tenga el más mínimo sentido práctico para parte del alumnado a la hora de iniciarse en siguientes ejercicios de inferencia. Esta problemática se acrecienta progresivamente al ir avanzando en el temario (en particular a la hora de entender la utilidad investigadora/profesional de las pruebas de decisión estadística).

En nuestra materia de Estadística II, la detección cualitativa de estos tres problemas nos hizo entender una cuestión clave en toda su profundidad: el círculo de tales problemas se cerraba en el punto de partida con un incremento de la "ansiedad epistemológica". El motivo era sencillo: en el momento en el que como docentes asumíamos que el entendimiento de las distribuciones más básicas venía dado, al avanzar en el temario e introducirnos en el cálculo de estimaciones por intervalo, de muestras aleatorias simples, etc., se producía en parte de nuestro alumnado una "desconexión" abrupta con el sentido práctico de la materia.

"LA ANSIEDAD EPISTEMOLÓGICA DE PARTIDA"
<i>Yo entendía cómo hacerlo, ¿no?, yo entendía cómo tenía que hacer los problemas, yo entendía cómo tenía que responder a las preguntas, pero nunca entendí realmente qué era lo que había detrás, o sea, yo es que siempre me pregunto, "y esto, ¿por qué es así?"</i>
<i>Y un profesor, en el instituto, te responde, te dice, "porque es así y punto, eso da igual, tú apréndetelo así".</i>
<i>Tú sabes cuál es la fórmula, o sino la tienes en la calculadora; y lo haces y lo calculas. "¿Entiendes lo que estás haciendo?", "no", porque no te piden interpretación del resultado, ni nada.</i>
<i>Y te decían que eso era un número infinito, y yo decía, "pero ¿cómo va a ser infinita un área, si esta mesa no es infinita? O sea... Esto lo veo y lo toco y no es infinito". Entonces te decían que daba igual, que no te rayaras (...) y a mí que no me expliquen más, que no me den realmente una explicación... Pues... No me gusta.</i>
<i>La probabilidad es algo muy... Indeterminado, muy "qué puede ser...". Entonces, yo creo que, para facilitar la construcción de esas distribuciones, pues a lo mejor la noción de infinito es muy útil.</i>
<i>También pasaba, claro, en los límites y tal. Es que yo no veo que algo tenga infinito, no sé si me explico... Que no veo que algo sea infinito.</i>
<i>Pero nunca logré entender realmente qué tenía que ver esa curva con la realidad, lo que... Cómo se calculaba la matemática o la estadística en este sentido, su relación con el mundo real.</i>
<i>Es que yo no entendía nada de las curvas que dábamos en segundo de bachillerato (...) No sabía ni que eran montones de frecuencias.</i>
<i>Y además que... Por ejemplo, la desviación típica, o lo de la curva normal, que sí que lo hemos dado, que en las ciencias puras se da igual... Aunque sí que supiésemos cómo hacerlas, realmente, en matemáticas, en el instituto, no te piden una comprensión (...) porque no te piden interpretación de los resultados ni nada.</i>

Tabla 1. Análisis temático y principales "verbatim". Fuente: elaboración propia

#### 4. Resultados y conclusiones.

Finalmente, para superar este escenario didáctico adverso en nuestra materia de Estadística, ante un alumnado con tan dispares competencias matemáticas, se procede a diseñar un primer tema introductorio para, de partida, consolidar el sentido teórico-práctico indispensable de tres distribuciones probabilísticas continuas: la normal, la t de Student y la chi-cuadrado. A tal efecto, son necesarios los siguientes pasos de enseñanza-aprendizaje:

1. "Reflexionar sobre la utilidad de la probabilidad empírica o frecuentista", frente a la probabilidad clásica (resultando esta última, con claridad, la más estudiada durante el instituto). De esta manera, el alumnado se enfrenta a la paradoja de que la probabilidad de "sacar cara" solo se puede conocer repitiendo un experimento aleatorio un número ilimitado de veces. Tal noción de "repetición imposible" creemos que construye una noción muy importante para entender el sentido teórico de las distribuciones más básicas de probabilidad. De modo particular, también facilita en este contexto la comprensión, al menos intuitiva, del teorema del límite central.
2. "Repensar la utilidad comparativa de los valores tipificados ( $Z_i$ )", antes de aplicarlos al cálculo de áreas de una distribución normal o t de Student, mediante ejercicios cortos muy básicos (por ejemplo, planteando ejercicios básicos de tipificación para resolver dudas sobre el rendimiento escolar de un mismo alumno en diferentes asignaturas, etc). En esta explicación, resulta muy importante, a nuestro juicio, explicar por qué la suma y la media de las puntuaciones típicas son iguales a cero, y su desviación típica es igual a uno. De manera inmediata, se entienden mejor las propiedades y notación de la normal.
3. "Entender la utilidad de los valores tipificados ( $Z_i$  o  $t_i$ ) en una distribución probabilística normal o t de Student" (por ejemplo, a la hora de simplificar la función de densidad de la normal). Acto seguido, se deben establecer dos fases de enseñanza-aprendizaje: la primera, consiste en que el alumnado que no tiene una base matemática sólida se familiarice con las tablas habituales para el cálculo consecuente de áreas; la segunda, debe trasladar la utilidad de este "saber hacer" a la practicidad de calcular intervalos de confianza, muestras aleatorias simples, etc.
4. "Desmenuzar la composición del estadístico chi-cuadrado", en especial, viendo con detenimiento en una tabla de contingencia la diferencia entre frecuencias observadas y frecuencias esperadas. De

esta manera, y partiendo del sentido teórico de las distribuciones normal y t de Student, será mucho más sencillo abordar la utilidad de una distribución chi-cuadrado, y entender el experimento de Pearson que explica su forma y propiedades. De igual modo, es inexcusable que el alumnado también sepa localizar las abscisas y áreas de esta distribución.

En definitiva, quedan señaladas una serie de estrategias introductorias a la inferencia estadística para solventar la falta de competencias básicas de parte del alumnado en un Grado en Sociología. Dichas estrategias, condensadas en el diseño de un nuevo tema introductorio en nuestra asignatura, y aplicadas en los dos últimos cursos académicos, se han traducido en tres aspectos de singular valía:

- a) El volumen de aprobados, indicador fundamental para medir la pervivencia de la “ansiedad epistemológica” en el aula, se ha incrementado en la modalidad de evaluación continua, respecto de los cursos académicos anteriores, entre el 10% y el 14%.
- b) Siendo una cuestión subjetiva, la tutorización individual de la asignatura se ha vuelto más eficaz, al reducirse las veces que hay que, de partida, solventar dudas matemáticas básicas al alumno/a antes de poder avanzar con una mínima solvencia en el temario.
- c) Tras la realización de un nuevo cuestionario evaluativo realizado al alumnado al finalizar el cuatrimestre (que ha sido posible acometer solo en el curso 2018-2019), se constata, respecto de los cursos anteriores, una mejora importante a la hora de desarrollar competencias tipo “saber o entender”. De modo especial, destacamos entender mejor: los objetivos de un muestreo aleatorio simple, la noción de confianza y riesgo asumidos en una distribución probabilística normal, y la utilidad de las pruebas de decisión estadística.

Por último, señalar que las estrategias aquí expuestas en el marco de un Grado en Sociología, a nuestro juicio, son extensibles a materias de Estadística pertenecientes, fundamentalmente, al área de las Ciencias Sociales.

### Referencias bibliográficas

Batanero, C. (2001). *Didáctica de la Estadística*. Granada: Universidad de Granada.

Batanero, C. et al. (2001). Significado y comprensión de la distribución normal en un curso introductorio de análisis de datos. *Cuadrante*, 10(1), 59-92.

Charnay, R. (1994). Aprender (por medio de) la resolución de problemas. En C. Parra e I. Saiz (Comps.), *Didáctica de las matemáticas* (pp. 51-65). Barcelona: Paidós.

Conde, F. (2009). *Análisis sociológico del sistema de discursos*. Madrid: CIS.

Feria H. et al. (2019). La triangulación metodológica como método de la investigación científica. Apuntes para una conceptualización. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, X(4), 137-146.

Forni, P. y De Grande, P. (2020). Triangulación y métodos mixtos en las ciencias sociales contemporáneas. *Revista Mexicana de Sociología*, 82(1), 159-189. <http://dx.doi.org/10.22201/iis.01882503p.2020.1>

Organista, J. y Cordero, G. (2006). Estadística y objetos de aprendizaje. Una experiencia *in vivo*. *Apertura. Revista de innovación educativa*, 5, 22-35.

Otero-Enríquez, R. y Muñoz, c. (2016). Una experiencia docente en el campo de la estadística: muestreo probabilístico y desarrollo de competencias. En P. Membiela et al. (Coords.), *Presente y futuro de la docencia universitaria* (pp. 449-454). Barbadás: Educación Editora.

Otero-Enríquez, R.; Calo, E. y Rodríguez-Barcón, A. (2017). “El todo es más que la suma de las partes”: cooperación y competencias en el aprendizaje del muestreo probabilístico. *Anales de ASEPUMA*, 25. Recuperado de: [http://www.asepuma.org/anales/2017\\_nw.htm](http://www.asepuma.org/anales/2017_nw.htm)

Pfannkuch, M. (2006). Reasoning about distribution: A complex process. *Statistics Education Research Journal*, 5(2), 4-9. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/1959.11/237>

Tsay, M. y Brady, M. (2010). A case study of cooperative learning and communication pedagogy: Does working in teams make a difference? *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 10(2), 78-89.

Wilensky, U. (1997). What is normal anyway? Therapy for epistemological anxiety. *Educational Studies in Mathematics*, 33, 171-202. <https://doi.org/10.1023/A:1002935313957>