
IMPORTANCIA DEL CONTEXTO EN LA FORMACIÓN DEL PENSAMIENTO Y LA CULTURA ESTADÍSTICA

Roberto, Behar Gutiérrez

roberto.behar@correounivalle.edu.co

Escuela de Estadística. Universidad del Valle (Colombia)

Asunto: Desarrollo del pensamiento aleatorio

RESUMEN

En el marco de la caracterización de Pensamiento Estadístico (Wild & Pfannkuch, 1999) y de los conceptos de validez (Trochim, 2002) se hacen algunas reflexiones sobre el propósito y fin esencial de la disciplina Estadística y su relación con la obtención de respuestas a preguntas de la investigación empírica. Parece plausible involucrar de manera longitudinal, en los cursos introductorios, estas dimensiones como garantía de usar el mundo simbólico de la matemática, como un estadio transitorio, para apoyar la interpretación de la realidad. De esta manera se espera el desarrollo del pensamiento y la cultura estadística, necesarios, entre otros, para el ejercicio de la democracia y la ciudadanía. Se estaría avanzando de esta manera, en la dirección del fortalecimiento del alfabetismo estadístico. Se presentan algunas ideas y ejemplos, sobre formas de vincularlo al proceso de enseñanza y aprendizaje usando situaciones con contexto.

85

PALABRAS CLAVES

Pensamiento Estadístico, Método deductivo, Validez, contexto, Curso introductorio.

INTRODUCCIÓN

Los planteamientos y reflexiones que se harán en este escrito pueden estar sujetos a transformaciones para adecuarlas al nivel de los estudiantes, a la disponibilidad de recursos, en particular al tiempo disponible para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje [EA] y las circunstancias del ambiente en el cual el proceso tiene lugar.

El proceso de EA es muy complejo, no obstante que con mucha frecuencia los profesores y los directivos de las secretarías de educación tienden a simplificarlo, a veces, centrando la responsabilidad del proceso, casi exclusivamente en el profesor, lo cual se refleja en políticas del gobierno que premia a los docentes de acuerdo con el número de estudiantes que superen una prueba de Estado. En otras ocasiones, el centro es el estudiante y se concentra la atención en mejorar los resultados de las acciones que este

debe realizar. También, el proceso puede ser el centro. En realidad, hay más factores, como el diseño del currículo, las políticas educativas, que hacen, por ejemplo, que a nivel de Educación Básica y Secundaria, en Colombia, la formación estadística, sea parte de los programas de los cursos de matemática y que al final, termina siendo opcional la manera como se involucre, dejando la decisión a criterio de las directivas institucionales.

Este escrito pretende abordar aspectos, que a juicio del autor, son los más relevantes en términos de los beneficios marginales en el aprendizaje, cuando se orientan de manera pertinente. Cuando se hace referencia a “beneficios”, se piensa como meta la formación del Pensamiento Crítico en procesos de generación de conocimiento, en particular los que refieren a la investigación empírica, considerados como los objetivos de más alto nivel.

Experiencias negativas, que reportan que el curso de Estadística genera en los estudiantes una actitud negativa, temor y ansiedad, asociadas con bajos resultados de aprendizaje son reportados en Barlow (1990), Dallal (1990), Hey (1983), Hogg (1991), entre muchos otros. Kempthorne (1980) se muestra muy escéptico con los pobres resultados de aprendizaje de nuestros estudiantes y ubica como una hipótesis plausible de las causas, la manera como están siendo formados los maestros en lo que a la disciplina estadística se refiere y destaca que la Estadística no es Matemática, aunque juega un importante papel en su desarrollo teórico, igual ocurre con la relación entre Física y Matemáticas. Efron y Tibshirani (1993), son más contundentes al afirmar que en los procesos tradicionales de enseñanza de la Estadística, el conocimiento estadístico es bloqueado por la matemática, que le roba protagonismo. Estas dos citas se refieren a la situación en la cual, el curso de Estadística se convierte en la práctica en un curso más de matemática, dejando las ideas esenciales de la Estadística con un rol secundario. Esta situación es más explicable en el nivel de educación media o secundaria, pues los propios estándares del Ministerio de Educación Nacional en Colombia, han colocado a la Estadística como parte del temario de la franja de matemática y, por lo tanto, son los profesores de matemática los llamados a responder por la formación estadística, con el sesgo correspondiente hacia el método deductivo.

Por otro lado, Batanero (2002) citando a Holmes (2002) se refiere a que la parte que corresponde a los temas de Estadística en los libros de matemáticas, suelen estar escritos por matemáticos, privilegiando el pensamiento deductivo. El objetivo preferente es la actividad matemática y no la actividad estadística. En estos libros los problemas con contexto brillan por su ausencia y por lo tanto los estudiantes no aprenden a enfrentar problemas reales que requieren la generación y análisis de datos.

Para los profesores que no hayan tenido experiencias en la aplicación del método inductivo de la Estadística, adoptar un libro de texto y seguirlo linealmente es bastante

cómodo; sin embargo, aunque de los libros de texto, sigue una sana secuencia lógica, en el sentido de garantizar que los conceptos que se requieren para temas complejos, se hayan desarrollado previamente, es inevitable con dicha linealidad que se fraccione el conocimiento y que se oriente el curso hacia las herramientas o instrumentos conceptuales o hacia los cálculos. Esta no es la forma natural como se integra la disciplina Estadística en la práctica de la investigación empírica. El proceso que hace útil la Estadística en el mundo real es mucho más complejo que los ejercicios de final de capítulo de los libros de texto, en los cuales siempre está perfectamente planteado el problema y siempre se dispone de los datos, contrario a lo que ocurre en la práctica, donde los problemas son ambiguos y parte de la solución es hacer un planteamiento adecuado, para evitar cometer el llamado error tipo III: resolver muy bien, el problema equivocado.

En un problema bien planteado, se formulan las preguntas de interés que se requieren responder para llenar el vacío de conocimiento que origina la investigación. Estas preguntas orientan una buena revisión de la literatura, que ampliará nuestro marco, que agregará complejidad, al sugerir la inclusión de nuevas características, expondrá posiblemente algunas limitaciones que acotarán las conclusiones o las respuestas a las preguntas, inclusive podría replantearlas, podría también sugerir el campo de problemas al que posiblemente se adecúa nuestro problema o parte de él. Se hará necesario definir una estrategia para dar respuesta a las preguntas, misma que incluirá la forma como se seleccionarán los individuos a observar, la forma como se medirán las características, las formas como deberán relacionarse para obtener las respuestas buscadas, es decir, el diseño del estudio, que garantice el control de explicaciones alternativas a nuestras hipótesis, que garantice la comparabilidad si fuese el caso y que permita cumplir con los supuestos de los instrumentos y métodos que se requiere aplicar, al tiempo que permita informar sobre el grado de incertidumbre inherente a toda investigación empírica.

Una condición real, que hace la diferencia con el pensamiento deductivo de la matemática es que si otro equipo intenta abordar la misma investigación, no obtendrá los mismos datos y por lo tanto no obtendrá los mismos resultados numéricos, pues en la mayoría de las ocasiones se toma una muestra aleatoria de algún universo o población. Se tiene la esperanza de que, si los dos equipos han cuidado sus procesos de búsqueda del conocimiento, los resultados podrán ser distintos, pero sus conclusiones “muy probablemente” sean las mismas. Se acepta que ambos equipos están buscando patrones en medio del ruido.

Tener las explicaciones plausibles para las objeciones o críticas que surjan sobre nuestro modo de proceder en todo el proceso, es la idea de lo que suele llamarse validez.

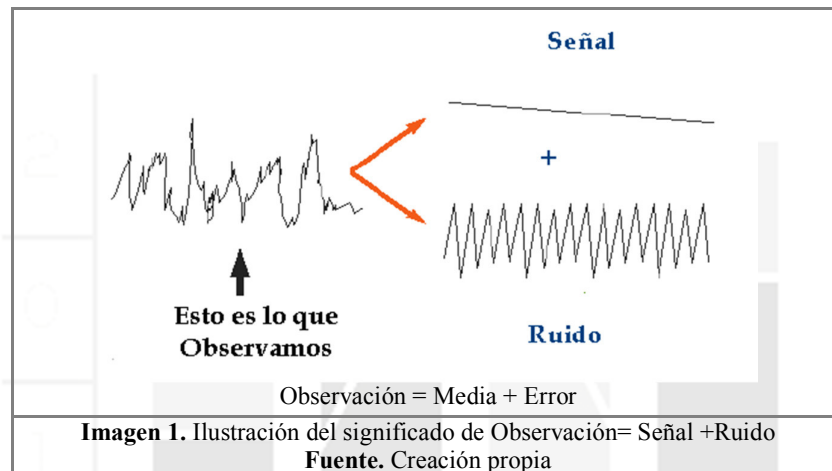
A continuación, se desarrollan las ideas que subyacen a los planteamientos que se han formulado, sobre lo que se conoce como Pensamiento Estadístico. Posteriormente se planteará una forma de aterrizar esos planteamientos a través de la idea de “Validez”. El propósito de hacer estos desarrollos es mostrar la complejidad de los procesos reales de búsqueda del conocimiento, en medio de la variabilidad y la incertidumbre, con el ánimo de poder realizar una valoración crítica de lo que hacemos en el aula. Por último, se hace una aproximación didáctica, con ideas y actividades concretas con la pretensión de aproximarnos a estas metas. Para no desanimarnos, se adelanta que no está en la expectativa de la formación estadística, que nuestros estudiantes aborden este proceso completo, pues es claro que, en problemas de cierta envergadura, su solución compete a un estadístico profesional, algunas veces con nivel de doctorado; pero si se esperaría de nuestros estudiantes una mejora sustancial en su espíritu crítico; dicho de otra manera, que tengan los conocimientos y desarrollen el olfato para saber que algo no está bien, aunque no estén en capacidad de ejecutar el proceso mejorado. Es algo parecido a los críticos de arte o críticos literarios. Veremos también, que este nivel de pensamiento crítico, al nivel de la vida cotidiana, suele llamarse Cultura Estadística, o con matices, Alfabetismo Estadístico. Los conocimientos, actitudes y destrezas de las personas con cultura estadística, alfabetos estadísticamente, garantizan las virtudes requeridas para el ejercicio de la democracia y la ciudadanía.

Una de las primeras definiciones dadas por Wallman (1993), citado por Nikiforidou, Lekka y Pange (2010) es que “la alfabetización estadística es la capacidad de comprender y evaluar críticamente los resultados estadísticos que impregnan nuestra vida cotidiana, junto con la capacidad de apreciar las contribuciones que el pensamiento estadístico puede hacer en las decisiones públicas y privadas, profesionales y personales” (p.1). Observamos en esta definición que no se pretende que la persona ejecute o construya gráficos, realice análisis estadísticos o aplique procedimientos, la capacidad que se observa está relacionada con la interpretación y valoración crítica. Gal (2002) plantea que la alfabetización estadística se basa en la interacción de los componentes que comprenden elementos de conocimiento y elementos de disposición. Los elementos de conocimiento involucran componentes cognitivos, así como también habilidades, conocimiento estadístico, conocimiento matemático, conocimiento del contexto y preguntas críticas. Los elementos de disposición se relacionan más con el talante de la persona, sus creencias, sus actitudes y propensiones, por ejemplo, a buscar significados profundos, versus significados superficiales, curiosidad, actitud de escepticismo y crítica. Queda claro que hay importantes destrezas que se requieren y no solo conocimientos estadísticos.

PENSAMIENTO ESTADÍSTICO

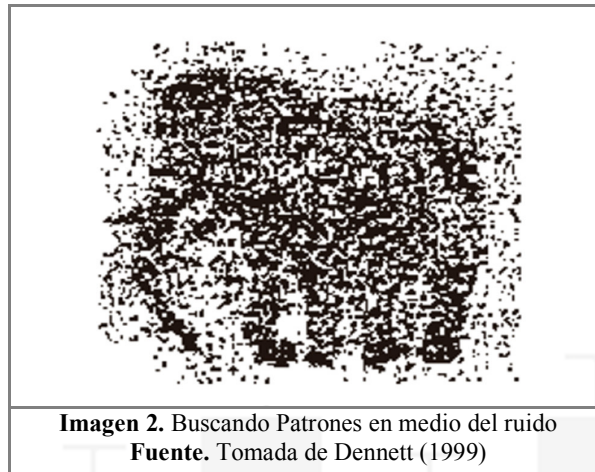
Brown y Kass (2009) plantean que la definición de Pensamiento Estadístico debe involucrar dos principios: i) Los modelos estadísticos de regularidad y variabilidad en los

datos pueden ser usados para expresar conocimiento e incertidumbre acerca de una señal en medio de ruido, por la vía del razonamiento inductivo; ii) Los métodos estadísticos pueden ser analizados para determinar qué tan bien, dichos métodos funcionan. Cita a Stigler (1999) quien argumenta que la idea de considerar que los datos son generados por la combinación de una señal más un ruido es esencial en el desarrollo histórico del pensamiento estadístico.



Un ciudadano con cultura estadística es consciente, por ejemplo, de que si quiere medir el Oxígeno Disuelto [OD] en cierto punto de un río, a las 7:00 a.m. No esperará que todos los días a las 7:00 a.m., obtenga la misma medición. Cuando él sea preguntado por la calidad del río en ese punto a las 7:00 a.m., una buena respuesta podría ser la media del OD (señal) y una medida de la variabilidad (ruido). Podría también hacerlo a través de un gráfico, un diagrama de puntos, por ejemplo, en el cual resalte la media o la mediana y posiblemente una barra de referencia con el valor que indique la norma. Una síntesis del interés pretendido es “descubrir patrones en medio del ruido”, como se ilustra en la Imagen 1.

Existe cierto consenso, en que la más grande contribución de la Estadística es el aislamiento y modelación de la “señal” en presencia de “ruido” (Imagen 2). El problema básico con los datos estadísticos es dar algún tipo de sentido de información. El principal enfoque para resolver este problema comienza con tratar de encontrar patrones en los datos. Dennett (1999) manifiesta que en las situaciones donde no existe un patrón de comportamiento distinto del azar, no se puede predecir nada. Remata aseverando que aún en las predicciones populares, su éxito se basa en la existencia de orden o patrón identificable, que le da sentido a la predicción. Esta habilidad o capacidad puede ser fomentada en el proceso de formación estadística, para fortalecer el sentido común.



Wild y Pfannkuch (1999) afirman que el conocimiento del contexto nos dará algunas ideas sobre dónde mirar y qué esperar. La metodología estadística nos da herramientas para ser usadas en esta búsqueda. Experiencias comunes y la teoría, nos dicen que estudios conducidos bajo muy similares condiciones, con alta probabilidad, dan resultados que se diferencian en detalles y no en la amplia evidencia. Los patrones vistos en los datos de un estudio nunca son repetidos idénticamente en otro. La base del problema es entonces poder acopiar estrategias que permitan separar fenómenos que parecen persistir más generalmente de aquellos que son puramente locales, para filtrar lo permanente de lo efímero. Los patrones de lo persistente proveerán la base para los pronósticos y para el control. A menudo decimos que una importante función de los modelos probabilísticos y de la inferencia estadística, es contrarrestar la tendencia humana de ver patrones donde no existen. No es completamente cierto que en los fenómenos puramente aleatorios no aparezcan patrones. Estos patrones son reales para el cerebro, en el sentido en que nosotros podemos reconocer algunos hechos que podrían ayudarnos a reproducirlos. Sin embargo, tales patrones son (i) efímeros y (ii) no nos dicen nada útil acerca del problema de estudio, en otras palabras, son irrelevantes. Parte de nuestro razonamiento de los modelos aleatorios, es no considerar un comportamiento de los datos como permanente, si se parece mucho a algo que aparece frecuentemente a partir de un modelo puramente aleatorio.

Wild y Pfannkuch (1999), a partir de su experiencia y de la observación empírica, exploran la complejidad de los procesos de pensamiento involucrados en la solución de problemas reales que usan la Estadística para mejorar tales soluciones. Desarrollan un marco para los patrones de pensamiento considerados en la solución de problemas, estrategias y la integración de los elementos estadísticos con los de la solución de problemas, con la intención de caracterizar lo que se conoce como Pensamiento Estadístico. Estos autores identifican en su estudio empírico cuatro componentes:

1. Reconocer la necesidad de los datos.

Esta componente, enfatiza en que para resolver las preguntas que implica un problema de investigación, es necesario que los insumos de información, es decir, los datos, sean fiables. Por ello, un indicador de que un sujeto está actuando conforme al pensamiento estadístico, es que se siente incómodo con lo anecdótico y siente la necesidad de obtener buenos y fiables datos, cuidando mucho el proceso que les da origen. Es posible que no estemos en condiciones o no sea necesario generar nuestros propios datos, pero se espera que surja de manera natural el interés en cómo fueron obtenidos, en qué sitio, en qué época y de qué manera.

Transnumeración, se refiere a acciones y esfuerzos por hacer transformaciones simbólicas, cambiando las formas de representación de los datos, para lograr una mejor comprensión, al enfocar la realidad desde la perspectiva de la modelización, entendida como una manera de simplificación de la realidad, con el propósito de rescatar solo los aspectos que se consideran relevantes al problema que se pretende resolver y adoptando formas de representación adecuadas para su análisis y comprensión. Algunas formas que adopta de transnumeración: a) Las cualidades o características del mundo real, son constructos, en ocasiones no observables de manera directa y por lo tanto es necesario realizar una elaboración conceptual para medir dichos constructos, la transnumeración en este caso, consistiría en proponer o descubrir la forma de medida adecuada a los propósitos que sea válida. Un ejemplo, podría ser el constructo “Calidad del medio ambiente local”. Todos tenemos una idea, seguramente etérea del significado de “calidad del ambiente”, pero esta posiblemente no tenga el mismo significado para todos, además de que no es observable de manera directa. Elaborar una conceptualización, de donde surjan categorías observables que puedan ser relacionadas de alguna manera para tener una cierta “medida” en el contexto específico va en la dirección de este primer tipo de transnumeración. Este puede ser, un indicador sintético, un cuadro de mando, etc. b) Convertir los datos brutos en cierto tipo de representación tabular o gráfica o de síntesis a través de indicadores, que permita convertir los datos en información comprensible que apunta a dar respuesta a nuestras preguntas. Un ejemplo, podría ser el que corresponde a valorar la calidad del aire en lo que respecta a partículas suspendidas de cierto diámetro, por ejemplo, PM10. Muy seguramente los datos que corresponden a las mediciones de esta variable en una estación específica del sitio de interés, es muy compleja. Aquí puede haber cientos de datos por día, medidos en cada instante por un sistema automático. Es decir que, para cada día, un dato, corresponde a una curva, una función de 0 a 24 horas. Seguramente es conveniente estratificar los días de la semana, de acuerdo con el volumen de tráfico automotor, podría ser días laborables y días festivos, la fecha o la época del año y la condición del día (lluvioso o seco), etc. Este inmenso mar de números podría transnumerarse a través de un buen gráfico, en el cual, para un mismo día se sobrepongan

las curvas que corresponden a la misma tipología de días de acuerdo con nuestra clasificación. De esta manera, se tendría con un solo golpe de vista, información sobre tendencia y variabilidad. c) Transnumeración en el sentido de transformar para la comprensión al momento de comunicar.

2. *La variación y su percepción.*

La variación es la principal idea del pensamiento estadístico. En el proceso de generación de los datos, determina los tamaños de las muestras a tomar, luego la variación casi inevitable de los datos genera incertidumbre, parte de ella se intentará explicar y al final quedará un remanente de variación que es muy útil medir, pues será pieza clave al momento de hacer predicciones y estimaciones, buscar causas, hacer comparaciones y aprender del contexto.

3. *Razonamiento con modelos estadísticos.*

Cuando se haga referencia a modelos, no se hace referencia necesariamente a complicadas fórmulas matemáticas. Un modelo es un histograma de la distribución de nuestros datos o la distribución probabilística que le ajustamos, un gráfico, una tabla, o una fórmula matemática como en el caso de los modelos de regresión, son en general, representaciones que pretenden simplificar algunas complejidades del mundo real, con el propósito de ganar comprensión de un fenómeno. En esta componente, se busca relacionar el modelo con los datos que le dieron origen.

4. *Integración de la Estadística (las representaciones) y el contexto.*

La construcción de la realidad a través de los modelos estadísticos hace más fácil, el análisis, todo en el mundo de lo simbólico. Ahora corresponde regresar a dar interpretación a esos resultados del análisis, asociándolos con el contexto, es decir respondiendo las preguntas originales, mostrando los alcances y las limitaciones en el mundo real.

En esta apretada síntesis, se vislumbra lo complejo del proceso de búsqueda del conocimiento. Queda claro, que enseñar herramientas para calcular indicadores y otros instrumentos estadísticos, desde una perspectiva matemática, no es suficiente. Ni resolver muy bien los problemas de final de capítulo del libro capacita en el pensamiento crítico que se exige al enfrentar un problema real en toda su dimensión. Se revela la importancia del contexto, pues no es posible ejercer la crítica en abstracto, considerando los datos como un mero conjunto de números. El contexto del mundo real, las consecuencias de los errores en la práctica determinan las decisiones a tomar, las estrategias, el tamaño de la muestra a observar y, sobre todo, la naturaleza de las conclusiones.

También es cierto que la conceptualización y el modelo de Wild y Pfannkuch [W-P], sobre Pensamiento Estadístico, es un buen desarrollo conceptual pero es muy general, se hace necesario traducirlo, aterrizar dichas ideas, volverlas operativas, para su aplicación, pues sus representaciones son abstractas y se encuentran desarrolladas de tal manera que los profesores no encuentran fácil el camino para materializarlas en la práctica investigativa y pedagógica. Por eso en lo que sigue, se intentará desarrollar las distintas ideas de validez, que podrían constituirse en un valioso puente para hacer efectivo el pensamiento estadístico, con el interés de encontrar rutas para la formación de cultura estadística. Para ello, adoptaremos como guía los desarrollos de Trochim (2002).

VALIDEZ EN UN PROCESO DE BÚSQUEDA DE CONOCIMIENTO, SEGÚN WILLIAM TROCHIM

No se pretende que los estudiantes, después de realizar su formación escolar o universitaria a través de uno o dos cursos de Estadística, queden capacitados para desarrollar un proyecto real completo de cierta complejidad, pero la caracterización del concepto de validez en las distintas etapas del Pensamiento Estadístico, que se explican a continuación, va en la dirección de formar Pensamiento Crítico, esencia de la llamada Cultura Estadística o Alfabetización Estadística. No se trata de formar un “Estadístico chiquito”, sino un ciudadano con capacidad crítica.

El ciclo de investigación que plantea W-P, desde el propio planteamiento del problema da las claves para hacerse las preguntas que orientan el trabajo investigativo: ¿A quiénes extenderé mis conclusiones? ¿Cuáles son mis unidades de observación? (Definición de la Población: Validez externa). ¿Cuáles son las preguntas que orientan mi investigación? ¿Cuáles características requiero para darles respuestas? ¿Cómo medirlas o cómo obtener los datos sobre ellas? ¿Son observables directamente estas características o requieren la elaboración de indicadores del constructo que den cuenta de ellas? Este sería el caso de características como pobreza, estado de salud, desarrollo, deterioro ambiental, etc.

En algunas ocasiones la elaboración de un sistema para materializar un constructo y validarlo, puede ser tan complejo, que haya que tratarlo como un proyecto en sí mismo. La construcción de categorías para clasificar los individuos de acuerdo con cierta característica va en consonancia con lo que se ha dado en llamar Validez del Constructo.

¿Las preguntas de investigación (objetivos) incluyen la necesidad de comparar poblaciones? ¿Cuáles son las poblaciones por comparar y con respecto a qué se realizará la comparación? ¿Son en realidad comparables? ¿Existen potenciales explicaciones alternativas para justificar las diferencias que puedan hallarse? dicho de otra forma, ¿Existen factores de confusión que puedan invalidar la comparación? (Validez interna). ¿Cómo ligar los datos obtenidos y la lógica para dar respuesta a las preguntas de interés?

Aquí podríamos estar hablando del “Método” o la lógica del análisis para obtener las conclusiones (Validez en las conclusiones). ¿Cómo informar sobre los hallazgos? ¿Cómo comunicar los hallazgos idóneamente a la comunidad científica o la comunidad pertinente? (Validez en la comunicación).

Generación de datos y validez externa

La validez externa es un concepto que se ocupa de valorar las conclusiones de una investigación en su grado de generalidad. ¿A quiénes aplican sus resultados? ¿Hasta dónde pueden generalizarse? La validez externa, está relacionada con la respuesta a estas preguntas. Desde esta perspectiva, la valoración de la validez externa es más de grado que categórica, es decir, no nos preguntamos si tiene o no validez externa, sino ¿Cuál es el alcance de las conclusiones? ¿A quiénes o en qué condiciones aplica?

Cuando un conocimiento es generado con pocos supuestos y sale airoso de la contrastación en una gama muy amplia de condiciones, se dice que tiene una gran validez externa. Conocimiento de esta clase, son las llamadas “leyes”. Las leyes de Newton, la Ley de los Gases (Boyle), las leyes de la termodinámica son situaciones de un muy alto grado de validez externa, pues se aplican en un gran universo de condiciones. Los supuestos son los límites de la validez externa.

En el contexto del medio ambiente, por ejemplo, si nuestro problema se refiere a la contaminación con metales pesados en un tramo del río Bogotá, disponemos de datos sobre mediciones de estos parámetros de contaminación, las preguntas que conducen a la determinación de la validez externa, es decir, las que me permiten afirmar el grado de generalización que pueden tener mis conclusiones, podrían ser: ¿dónde y cómo se hicieron las mediciones?, es razonable esta pregunta, pues si se hizo en el nacimiento del río o se hizo después de las descargas industriales, la manera de juzgar los resultados difiere, la línea base para valorar la evolución cambia. La forma de hacer la medición importa, porque es posible que la concentración en un mismo sitio varíe con la profundidad del muestreo. El día de la semana podría ser importante, pues las descargas industriales que generan los metales pesados pueden variar entre un día de semana y un día festivo. La idea que guía las consideraciones para la validez externa, son las que permitan caracterizar la situación, por ejemplo, para hacer seguimiento en el futuro.

Proceso de medición y validez del constructo

Aquí se hace referencia a lo adecuado o no, de la forma propuesta para medir una característica (constructo), en síntesis, que mida lo que se quiere medir.

La pregunta asociada con este tipo de validez es ¿los rasgos (variables) hasta ahora incluidos y capturados por nuestra batería, son suficientes para caracterizar el concepto

que pretende el constructo? y ¿la forma como medimos es la adecuada? Aún, en un campo tecnológico donde conceptos e instrumentos para su medición están estandarizados aparece la complejidad, (Porter, 1995) destaca la dificultad de la medición, en particular cuando se trata de fines públicos y propone para el caso, por ejemplo, de la mediciones en las descargas de desechos, un sistema de medición adecuado que incluya criterios para (1) la selección de las muestras; (2) manipulación y conservación de muestras; (3) control de reactivos analíticos; 4) métodos de medición, incluida la calibración de instrumentos; (5) custodia de muestras; (6) métodos de registro, manipulación y registro de datos; (7) capacitación del personal; y (8) control del sesgo inter-laboratorio.

Estos criterios que se imponen para el sistema de medición pretenden salvaguardar su fidelidad, en el sentido de que mida lo que se quiere medir y no otra cosa. Aunque el ejemplo hace relación a la medición de descargas de desechos, estos pueden generalizarse con las adaptaciones pertinentes. El problema de la medición es en general, un problema muy complejo, que puede tener un sofisticado soporte matemático, al momento de definir las escalas que permitirán asociar números a las categorías de una determinada característica de interés.

Proceso de comparación y validez interna

Después de cuatro años de aplicación, se quiere determinar si una política o estrategia del Ministerio de Ambiente para mejorar la calidad de las aguas de consumo, surtió efecto en una localidad específica para disminuir la tasa de mortalidad por enfermedad diarreica. Para ello, se va a comparar la tasa actual, contra una medición base realizada antes de la implantación del programa del Ministerio. Resulta que, en este periodo de cuatro años, la alcaldía realizó un programa continuo de educación sobre hábitos de higiene en la preparación y consumo de los alimentos, además implantó un programa de disposición de excretas a través de pozos sépticos.

En esta situación la comparación no es válida, porque la diferencia de tasas de mortalidad al comparar antes y después de la mejora en la calidad de agua por parte del Ministerio de Ambiente, no puede atribuirse exclusivamente a esta intervención. Es la suma de todas las intervenciones que se hicieron incluyendo la de educación y saneamiento. Existen los llamados “factores de confusión” que se constituyen en explicaciones alternativas del resultado. En este caso se dice que esa comparación fallaría en su validez interna. En síntesis, la validez interna se logra cuando se garantiza que lo que se compara es comparable.

Proceso de análisis y validez en las conclusiones

La validez en las conclusiones es el resultado de cuidar la cadena lógica que conduce de las premisas y los datos a las conclusiones. Si un solo eslabón de esa cadena falla, se

destruye la validez. Una situación en la que falla la validez en las conclusiones se da cuando hemos hecho muy bien los cálculos y a partir de los resultados sacamos conclusiones equivocadas, hacemos afirmaciones que no pueden deducirse de los resultados numéricos, por inadecuadas interpretaciones de los porcentajes, la probabilidad condicional o los indicadores de turno. Veamos un ejemplo: en el diario El Tiempo, Colombia, septiembre 3 de 2006, se publicó un aviso de alarma sobre la situación de muertes por enfermedad cardíaca. El escrito decía textualmente “CORAZÓN. El 42 por ciento de las muertes en Europa se deben a enfermedades cardiovasculares y se espera que estas dolencias se conviertan en una epidemia “dentro de 15 y 20 años” (El Tiempo, 03 de septiembre de 2006).

El interés aquí no radica en opinar sobre el valor de verdad de la conclusión que se ha obtenido, sino en enfatizar en que la preocupación no puede surgir de estos datos, pues ninguno de ellos es indicador de riesgo. Para hacer los cálculos se observan los muertos, no los vivos. El riesgo se mide sobre los vivos. La cifra nos dice que, de cada 100 muertos, 42 de ellos lo hicieron por patologías cardiovasculares. Faltan datos para poder saber si hay que preocuparse o no. Para visualizar mejor la situación, imaginemos una situación extrema: supongamos que, en un año, solo hubo dos (2) muertos en Europa y de esos dos muertos, uno de ellos lo fue por enfermedad cardíaca. ¿Qué porcentaje de los muertos fue por enfermedad cardíaca? (el 50%). ¿Es muy grave esta situación? Absolutamente no. Para medir riesgo, es necesario contar con tres elementos: 1) Una población expuesta al riesgo, 2) de dicha población expuesta al riesgo, cuantos fueron objeto del riesgo, y 3) un periodo de tiempo.

En el caso del ejemplo, los muertos no están expuestos al riesgo, ya están muertos. Para interpretar y comparar tasas en dos poblaciones, es necesario ajustarlas al menos por edad y sexo, pues en una población de viejos, se espera que la tasa sea mayor, pero no por la presencia de un factor externo, sino por la mayor propensión de los viejos a morir y a morir por enfermedad cardíaca.

Este tipo de reflexiones y análisis forman parte del pensamiento crítico que se pretende formar en los estudiantes, en particular descubrir las falacias por uso inadecuado de la probabilidad condicional.

Presentación de los resultados y validez en la comunicación

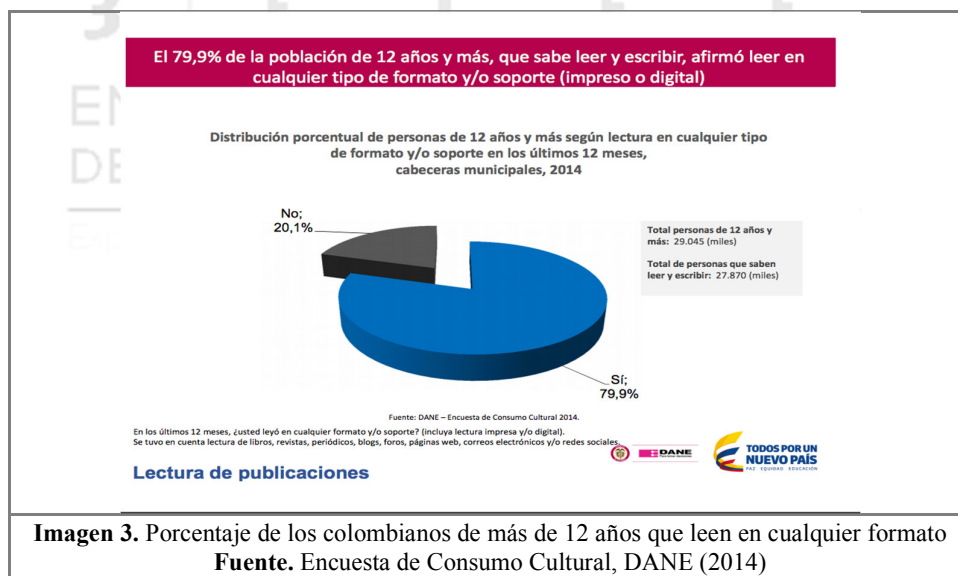
En esta parte, nos ocupamos del adecuado uso de los recursos para expresar a la comunidad académica los hallazgos de nuestras investigaciones. En algunas ocasiones se ha hecho un gran esfuerzo para garantizar la validez externa, la validez del constructo, la validez interna, la validez en las conclusiones y se falla al momento de la comunicación,

al hacer uso por ejemplo de un gráfico desafortunado, que hace que el lector se forme una idea inapropiada.

Ya desde el siglo IXX, Mayo-Smith (1895) destaca que la tabulación de las cifras requiere la misma habilidad y conocimientos de expertos, lo mismo que la disposición de las figuras, la elección de clases, el uso de tasas proporcionales, promedios, promedios ponderados, valores medianos, índices, diagramas, cartogramas y representaciones gráficas, enfatiza que el estadístico debe disponer sus tablas de tal forma que sean útiles para la comparación y análisis.

Ilustraremos como ejemplo un gráfico criticable, que pretende hacer la representación del porcentaje de colombianos de más de 12 años que leen en “cualquier” formato. En la Imagen 3, que corresponde a un informe del DANE (2014), se hace la representación de los resultados mediante un diagrama circular. En primer lugar, la pregunta formulada es ambigua: “En los últimos 12 meses, ¿Usted leyó en cualquier formato y/o soporte? (incluya lectura impresa y/o digital)” Se aclara que “se tuvo en cuenta lectura de libros, revistas, periódicos, blogs, foros, páginas web, correos electrónicos y/o redes sociales.”

La conclusión que encabeza el gráfico dice: “El 79,9% de la población de 12 años y más, que sabe leer y escribir, afirmó leer en cualquier tipo de formato y/o soporte (impreso y digital)”. La ambigüedad radica en el sentido de la expresión: “cualquier tipo de formato”. ¿Esto significa que incluye a todos los formatos? Si fuera así ¿alguien que no lee en foros, pero si lee en todos los demás formatos, no fue contado en el 79,9%? es decir ¿se clasificó como “No”? O, por el contrario, el sentido de la pregunta es que afirma leer en “alguno de los formatos”, es decir ¿en al menos uno del listado?



Por otro lado, los diagramas circulares (o de pastel), cada vez se recomiendan menos. Los diagramas de barras son una mejor alternativa, pues el cerebro compara más fácilmente alturas que ángulos. Además, la visión de perspectiva que se pone al diagrama de pastel no aporta ninguna información adicional y, por el contrario, pone una complejidad adicional al cerebro, al adicionar la acción de descontar en el tamaño, el efecto de la perspectiva. Definitivamente no son recomendables gráficos que adicionan dimensiones sin dar a cambio información adicional. No debe privilegiarse la estética, sobre la claridad en la comunicación. Gráficos de dos dimensiones deben ser planos y sin perspectiva. Cuando sólo son dos categorías, no es necesario hacer un gráfico, solo hace falta informar el porcentaje de una de las categorías, pues la otra es complementaria con 100%. Pero si se quiere hacer un gráfico, el diagrama de barras es una muy buena opción.

Debe notarse que estas ideas sobre Pensamiento Estadístico y sobre validez en los procesos de búsqueda del conocimiento, carecen de sentido si los problemas que abordamos carecen de contexto, pues las preguntas que surgen de una investigación empírica, hacen referencia a unas condiciones o conjunto de individuos específicos, la respuesta a las preguntas que caracterizan el problema, dependen de las consecuencias de la magnitud del error, entendiendo que jamás estaremos seguros de las conclusiones que sugieren los resultados.

CULTURA ESTADÍSTICA, ALFABETISMO ESTADÍSTICO, PENSAMIENTO ESTADÍSTICO Y LINEAMIENTOS CURRICULARES

Hoy en día, es imposible eludir la gran cantidad de datos, tablas, gráficos e información estadística, que nos llega en los medios de comunicación, o de las fuentes oficiales de producción de datos, buena parte de la cual, es necesario comprender para vivir e interactuar con la comunidad que nos rodea y tomar buenas y/o sensatas decisiones, inclusive sobre la valoración de la gestión de un gobernante o la evaluación de la factibilidad de las propuestas de un candidato. Es deseable que un ciudadano corriente adopte una actitud crítica frente a la información basada en estudios estadísticos; en particular debe estar preparado para la crítica de los resultados provenientes de encuestas, para ello, conocer los factores que podrían afectar su validez, como, por ejemplo, la forma de seleccionar la muestra (¿a quiénes representa la muestra?). En esta dirección Del Pino y Estrella (2012), nos dicen que “debemos ser conscientes del valor y las limitaciones de los argumentos estadísticos para descubrir algunos aspectos de la realidad. Más aún, es preciso saber comunicar a otros el uso de argumentos estadísticos. El desarrollo de las habilidades mencionadas, se denomina alfabetización estadística o cultura estadística (*statistical literacy*), la cual debiera estar garantizada por el estado para fortalecer el buen funcionamiento de la sociedad y de la democracia” (p. 2).

Batanero (2002) hace muy buena síntesis sobre los rasgos que caracterizan el Pensamiento Estadístico (Razonamiento Estadístico), la Cultura Estadística y Alfabetismo Estadístico, conceptos asociados y sus relaciones, recoge la literatura existente hasta ese momento y rescata la esencia de sus planteamientos, para justificar la necesidad de atender con responsabilidad la formación de la cultura estadística, en los currículos y en los programas de los cursos de Estadística, para formar ciudadanos con pensamiento crítico.

Batanero (2002) hace explícitos los conocimientos y destrezas que son coherentes con el sentido de Pensamiento Estadístico que define Wild y Pfannkuch (1999) y por supuesto con las ideas de validez mencionadas en este escrito, inspiradas en Trochim (2002), de las cuales se destaca la necesidad de hacer conciencia, que si bien, los indicadores estadísticos, las tablas, los gráficos, son importantes instrumentos, ellos no son un fin en sí mismos, sino un medio para responder preguntas de investigación. De allí, la importancia del contexto que da sentido a los datos y a los resultados. Batanero (2002) trata sobre las intuiciones de nuestros estudiantes, que son un tesoro en el proceso de enseñanza-aprendizaje, pero que también incluyen algunas falacias, que es necesario discutir en el proceso de enseñanza-aprendizaje, como lo han demostrado las investigaciones de Kahneman, Slovic y Tversky (1982). Se destaca también la necesidad de fortalecer dimensiones distintas a la racional, como son las relacionadas con las emociones, los valores y las actitudes y estas son imposibles de cultivar en un proceso de aprendizaje descontextualizado, donde el objeto de trabajo son solo números, con los cuales se hacen cálculos y se construyen modelos, pero solo tendrán sentido en contexto.

Ejercicios como los basados en datos demográficos de los países del planeta, pueden ser de mucha utilidad. Hacer preguntas abiertas como ¿Los recursos están homogéneamente distribuidos en el planeta? ¿Existe alguna relación entre grado de cultura de un pueblo y el nivel de su democracia?, sugieren debates, obligan a la lectura, invitan a la definición de un consenso sobre lo que entenderemos por “homogéneamente” (¿justicia? ¿Equidad?). ¿Qué significa “grado de cultura”? ¿” Nivel de democracia”? Reflexionar sobre formas de construir categorías que permitan hacer comparaciones. ¿Cómo establecer relaciones?

Podrían pensarse en trabajos conjuntos con profesores de Ciencias Sociales, para el caso de educación secundaria, por ejemplo. ¿Surgirá de forma natural la idea de frecuencia condicional, ideas sobre influencia de algunas características en las comparaciones y la necesidad de neutralizarlas para hacer válidas las comparaciones? ¿Aparecerá de manera espontánea la necesidad de algunos gráficos? ¿Aprenderemos sobre el mundo? Preguntas de este tipo, podrían formularse con base en los archivos de

datos demográficos, por ejemplo los de la UNESCO, como lo propone Rouncenfield (1995) citado por Batanero (1999). Queda claro que primero es el problema, las preguntas y luego las estrategias para responderlas, y luego los instrumentos estadísticos que se requieran, etc.

Es importante destacar, que en el proceso de formación de la cultura estadística es más importante el pensamiento crítico, la búsqueda de significados en los gráficos, tablas, indicadores de una comunicación, que las habilidades para construirlos. Esto marca un énfasis y una dirección prioritaria en los procesos de formación. Ya que en la formación de la cultura estadística, es decir, en el proceso pedagógico, es preciso indagar por ¿Cuáles son los obstáculos y las acciones que deben realizarse y en qué niveles? Y ¿Cuáles podrían ser algunos cambios factibles en el plano pedagógico en las aulas?

La siguiente sección, se dedica a algunas reflexiones que pueden ser de utilidad para avanzar en las respuestas a estas difíciles preguntas.

OBSTÁCULOS Y REFLEXIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ESTRATEGIAS PARA AVANZAR EN LA CONSTRUCCIÓN DE CULTURA ESTADÍSTICA

En cuanto a un ajuste de las políticas y los lineamientos

Las políticas y lineamientos curriculares en Colombia, podrían estimular de mejor manera el enfoque sistémico, integral e integrador, en la solución de problemas relacionados con la aplicación de la metodología estadística, haciendo énfasis en que una meta del proceso es la formación de cultura estadística. La formación estadística no debe tener, como sucede hoy en el nivel secundario, la discrecionalidad de su inclusión o no, como parte del área de Matemática. Conviene que tenga carácter vinculante y además ser una asignatura autónoma, pero integrada con otras asignaturas, como las ciencias fácticas y las ciencias sociales. El gobierno colombiano, deben hacer conciencia sobre que el alfabetismo numérico y la cultura estadística son condiciones indispensables para el ejercicio de los derechos constitucionales de democracia y ciudadanía. Por otro lado, las pruebas de Estado deberían ser coherentes con la meta de la Cultura Estadística, pues dichas pruebas pueden convertirse en una presión para que los programas incluyan temas que no van en la dirección propuesta. ¿Cómo avanzar en esta dirección?

En buena hora, se ha creado la Asociación Colombiana de Educación Estocástica (ACEDEST) y la Sociedad Colombiana de Estadística (SCE), que claramente son las llamadas a liderar este proceso. Pueden organizarse foros y espacios de discusión con participación de profesores y directivos de las instituciones educativas, para hacer diagnósticos sobre el verdadero estado del asunto en todos los niveles, auscultar sus

dificultades, sus necesidades y las condiciones de trabajo reales de los profesores, los recursos de las instituciones, que permitan por un lado, definir acciones, valorar la factibilidad del cambio y por otro lado, elaborar una propuesta de reforma curricular, para ser concertadas con el Ministerio de Educación, con la intención de ajustar las metas y los lineamientos en las direcciones mencionadas, propiciar las condiciones para hacer factible la reforma y resolver los problemas encontrados.

Convendría definir y estimular líneas de investigación sobre la caracterización real, del estado del desarrollo, en la intensidad, en lo pedagógico, en lo metodológico, en lo que a estadística y cultura estadística se refiere. La ACEDEST y la SCE de manera coherente con el diagnóstico realizado, podrá ofrecer cursos, talleres, seminarios, Workshops, a los profesores, como preparación para la reforma tendiente a orientar la formación hacia la cultura estadística.

Sería de utilidad, gestionar y estimular la creación de un multitaller, que produzca instrumentos y materiales didácticos con sus manuales, sin ánimo de lucro, para apoyar los procesos en el aula. Gestionar a través del Ministerio de Educación, una línea con presupuesto especial en Colciencias, para el fomento de la investigación destinada a propuestas que vayan en la dirección de mejorar los procesos formales de formación de Cultura Estadística.

Por otra parte se ve claro, que si el propósito es fortalecer la Cultura Estadística, conviene modificar, desde ya las estrategias pedagógicas que hoy toman lugar en las aulas, de lo cual se hablará enseguida.

En cuanto a mejoras del enfoque y las prácticas en el aula de clase

En primer lugar es necesario recordar que no existe “el proceso” de enseñanza-aprendizaje que sea uniformemente mejor en todos los casos y circunstancias. El profesor, en el ejercicio de su libertad de cátedra, deberá adaptarse a su propia realidad (muchas horas de clase, cursos numerosos, poca experiencia en la práctica real de la Estadística, controles y limitaciones institucionales, etc.). Sin embargo, pueden hacerse algunas reflexiones que convienen a todos.

1. Motivación intrínseca

Un primer factor de higiene es la motivación intrínseca del profesor, que le proporciona la energía y la convicción para motivar también a sus estudiantes y lo anima a la búsqueda de opciones y estrategias orientadas, entre otras, a la formación de la cultura estadística. Sin motivación, todos los esfuerzos serán muy costosos. Algunas explicaciones a la poca motivación, puede deberse, con frecuencia en el caso de los matemáticos, debido a su formación en el método deductivo como herramienta de

producción o validación de conocimiento, que, siguiendo su lógica, genera conocimiento seguro. Esta formación suele producir cierto escepticismo sobre el método inductivo de la Estadística, cargado en su esencia por la incertidumbre en sus conclusiones. Cuando a un profesor de matemática, en estas circunstancias de motivación, le corresponde por algún motivo, hacerse responsable por la formación estadística, su zona de confort estará en la probabilidad, los axiomas, la deducción de propiedades o teoremas, la demostración de todo lo demostrable. Posiblemente algunos profesores, no se sienten seguros con el planteamiento de problemas abiertos en los que hay que especular, planear la toma de datos y las estrategias para dar respuestas a los interrogantes, en una situación en la cual no sabe a priori la respuesta. Un ambiente más confortable, lo proporciona seguir un libro de texto y hacer los problemas propuestos.

Una opción estructural para abordar esta problemática está en los programas de formación para maestros, ese espacio es uno de los más productivos si el proceso de formación en Estadística se relaciona con la aplicación del método inductivo, a través de proyectos que cubran el ciclo completo de búsqueda de conocimiento en la investigación empírica. Se trata de que la formación del futuro maestro tenga los ingredientes que se requieren para que, en su ejercicio docente de la disciplina Estadística, adquiera la seguridad, las destrezas, el conocimiento y las actitudes para guiar a los estudiantes hacia la formación de la cultura estadística. Otro factor que podría inducir poca motivación es una excesiva carga de cursos, que no dejen tiempo de calidad para pensar en posibles mejoras y la opción que le queda por mera validez ecológica, es escoger la opción metodológica que menos tiempo le consuma. Esto es difícil de resolver.

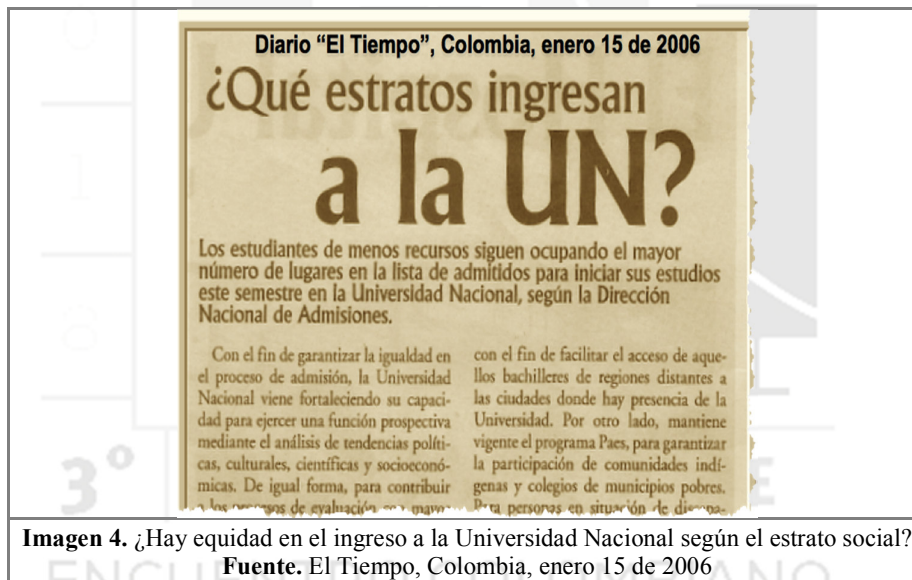
2. Contexto

Un segundo factor es incluir el contexto en los problemas y que sean estos los que den origen a los conceptos y herramientas a construir. No al revés. No tenemos un martillo para ir buscando que martillar. Tenemos una necesidad y descubrimos que el martillo o algo que sea contundente, es la solución. En todas las situaciones, componentes transversales serán el Pensamiento Estadístico y las ideas de validez que hemos desarrollado anteriormente. El nivel de complejidad sería creciente. De manera permanente, plantear situaciones para someterlas al juicio crítico de los estudiantes, bien en clase o en trabajo de casa, mismo que se discutiría después en clase. Estimular la creatividad, no buscar de inmediato “la” respuesta correcta. Esto puede hacerse a través de recortes de prensa, noticias de la prensa y televisión o pifias que se reportan en diferentes medios.

Tomemos como ejemplo, el artículo del diario “El Tiempo”, Colombia, enero 15 de 2006, cuyo recorte se reporta en la Imagen 4, algunos datos sobre la admisión a la Universidad Nacional se dan a lo largo de texto. El artículo en el fondo, aborda el tema

de la equidad del ingreso. Una pregunta de investigación podría ser ¿Hay equidad en el ingreso a la Universidad según el estrato social? Una primera situación problema es intentar clarificar el significado de “equidad”; en torno a ello, se produce una interesante discusión, en la cual el profesor puede jugar el papel de abogado del diablo, interviniendo, cuando no haya acuerdos. En esta etapa, se estaría en la concreción del problema a resolver, buscando consenso en las preguntas de investigación, que pasa por el tema de “validez del constructo”, en este caso, la operacionalización del constructo “equidad”. Posiblemente, después de la discusión se llegue a reformular la pregunta original: ¿La probabilidad de ingreso a la Universidad es la misma para todos los estratos?

Una nueva pregunta surge ahora: ¿Los datos que proporciona el artículo son suficientes para responder esta pregunta? Regresa la discusión ahora sobre qué es probabilidad y cómo medirla.

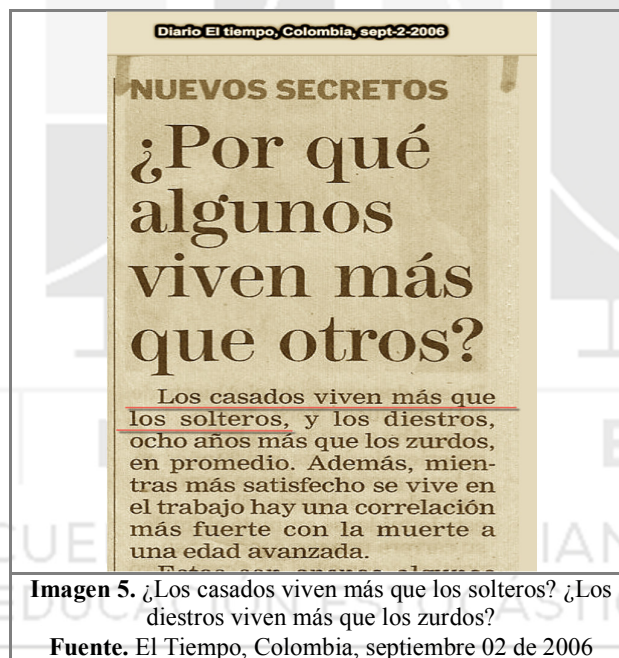


Llegaremos casi inevitablemente a la idea de frecuencias relativas (porcentajes), probabilidades y frecuencias condicionales y la manera de compararlas. Se discute sobre posibles propuestas, sobre cuáles porcentajes comparar, casi siempre, surge la propuesta de estudiar la composición porcentual de los estudiantes de la Universidad según estrato socioeconómico. Esta propuesta considerara solo los estudiantes admitidos. Esta opción se discute. No es posible calcular la probabilidad de ser admitido, solo mirando los admitidos. ¿Cómo sería más razonable proceder?

Esta situación problema puede presentarse en los estudiantes de 10° y 11° grado o en los primeros cursos en la Universidad. Una situación como esta, es muy rica para generar conceptos, ideas, definir categorías, procedimientos, que luego podrían formalizarse,

basados en el referente de este caso. Se destaca la falta de formalidad en cuanto al desarrollo “ordenado” de teoría. Es posible que en el curso, no se haya tratado previamente el tema de probabilidad y menos el de probabilidad condicional, el cual aparece por primera vez. Esto no es un limitante, se hace uso de la intuición, se hacen algunos convenios que consensuadamente parecen razonables. Surgen nuevas preguntas: ¿Todos los años el comportamiento de las cifras que nos llevaron a concluir, es exactamente igual? ¿Varía de un año a otro? Se pone sobre la mesa la inexorable intervención del azar. ¿Qué hacer? Más preguntas: ¿La probabilidad de ingresar a la carrera que se desea es la misma en todos los estratos? Esta pregunta formula otra arista de la “equidad”, queda de tarea plantear una estrategia para responder esta pregunta.

Coleccionar recortes de periódico con carga estadística (Imagen 5), para discutirlos en clase, es una excelente opción para avanzar en la formación del pensamiento estadístico y fortalecer la cultura estadística y el pensamiento crítico.



Llevo años coleccionando recortes de periódicos y revistas, en particular en donde tiene cabida, con éxito, el pensamiento crítico. Los estudiantes aprenden a leer entre líneas. Todas las semanas, puede dejarse de tarea una situación para que ellos la estudien y se preparen para la discusión en clase. Esta actividad se realiza a lo largo del curso.

Una excelente fuente de artículos sobre casos reales, que están redactados de manera amigable para estudiantes sin mucho bagaje matemático y estadístico, y donde la intuición puede jugar un importante papel en la comprensión de ideas estadísticas es el libro (Tanur,

1992). Cada capítulo corresponde a un caso y a un autor distinto, y al final de cada capítulo se hacen preguntas muy pertinentes sobre las ideas estadísticas desarrolladas en el libro. Un capítulo, por ejemplo, es sobre la historia del experimento para validar la efectividad de la vacuna de Salk para la poliomielitis y es de una gran riqueza conceptual, pues cubre todas las dimensiones del Pensamiento Estadístico y discute en su desarrollo todos los tipos de validez descritos en este artículo.

Otro libro que puede ser muy útil es el de Steen (Ed.) (1994) en particular los capítulos 5 y 6, que se refieren al proceso de generación y descripción de datos respectivamente. Están muy bien tratados estos temas y los problemas de fin de capítulo son interesantes y con buena carga conceptual.

El libro de García, Espinosa, Jiménez y Parra (2013) titulado *Separados y Desiguales: Educación y Clases Sociales en Colombia* es un informe de investigación sobre un tema que resulta ser de gran sensibilidad e interés para los estudiantes y la comunidad en general. Intenta descubrir, los factores sociales, familiares e institucionales que más afectan el puntaje en las pruebas de estado en Colombia. Tiene todos los ingredientes del proceso de búsqueda de conocimiento empírico, y abundantes gráficos que pueden ser interpretados y discutidos en clase.

El libro de Grima (2010) *Estadística en Acción. ¿Qué es y para qué sirve la Estadística a través de casos prácticos basados en proyectos de final de carrera?*, parte de una síntesis pedagógica, al alcance de un amplio público y pretende mostrar el potencial de aplicación de la Estadística, en las artes, en la música, en las ciencias biológicas, en el campo de la salud, en los deportes, en la investigación de mercados, en los medios de comunicación, etc. Es un buen instrumento para motivar a los profesores y a los estudiantes sobre la importancia de la Estadística.

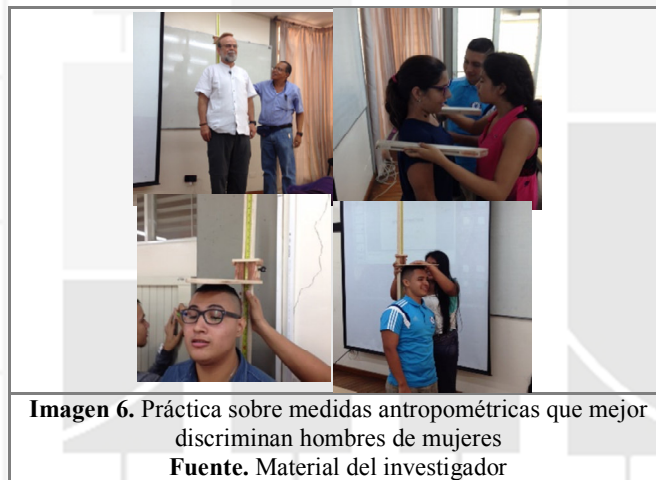
3. Producción y análisis de datos

Para terminar, me referiré a dos casos de prácticas para la generación y análisis de datos. En estos se recorre de manera completa el proceso de aplicación de la Estadística, desde la conceptualización del problema, la generación de datos, el análisis de los resultados y las conclusiones.

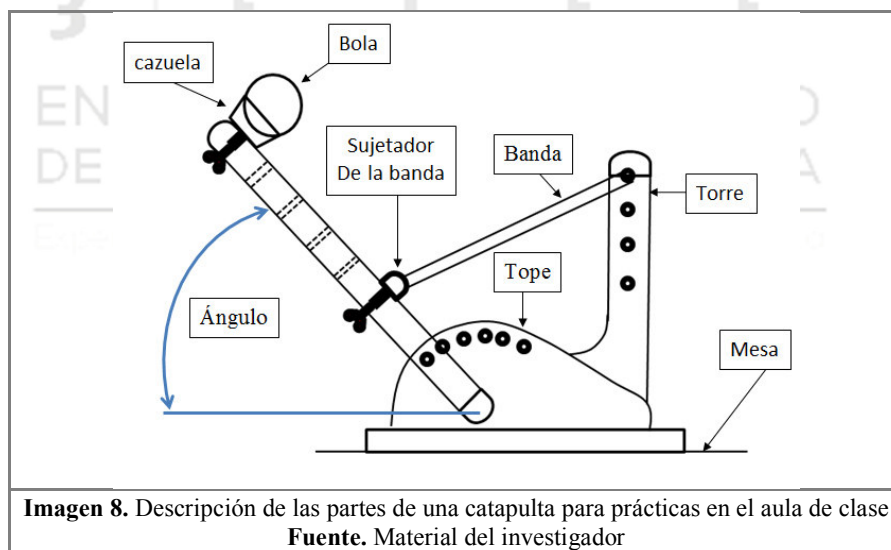
Práctica 1: *Descubrimiento de las mejores medidas antropométricas para discriminar hombres de mujeres.* Se trata de hacer mediciones de las distintas características del cuerpo humano en los estudiantes del curso, hombres y mujeres, para después de realizar análisis gráficos y el cálculo de algunos indicadores, los estudiantes de manera muy artesanal, construyen reglas de discriminación con cada una de las características y definen algunos indicadores de calidad de una regla, como, por ejemplo, porcentaje de

incorrectas clasificaciones, ellos puedan descubrir cuáles son las mejores características para separar hombres de mujeres.

Los estudiantes, no han recibido formalmente ni una sola clase previa sobre este tema. Solo algunas explicaciones en el documento que describe la tarea. Se espera que con estas explicaciones y su intuición puedan atender los pedidos de la tarea de manera sensata. La práctica (Imagen 6), se realiza en el curso “Introducción a la Estadística” para estudiantes de primer semestre de Estadística en la Universidad del Valle. Se pretende que los estudiantes derrochen intuición y creatividad, ya que tienen poca formación formal. Se les explica el manejo del programa estadístico Minitab, en una sesión de hora y media.



Práctica 2: Lanzamiento de una bola con una catapulta.



La catapulta (Imagen 8) tiene en su diseño, una gran cantidad de variables, que pueden afectar el alcance de la bola que se lanza. Este potencial proporciona mucha versatilidad a la práctica de la catapulta, pues puede usarse, por ejemplo, para la parte básica del análisis exploratorio de datos o estadística descriptiva, dejando todo fijo y descubrir el comportamiento del alcance de la bola. A pesar de tirar la bola en las mismas condiciones no siempre cae en el mismo lugar, la idea es intentar descubrir cuáles factores del ensayo, afectan la variabilidad, para intentar controlarlos y reducir la variabilidad. Se conforman equipos de 5 personas, que deberán reunirse y definir sus funciones (lanzar la bola, detectar donde golpea, medir, apuntar) (Imagen 9); el análisis en el proceso de mejora (reducir variabilidad) se hace *in situ*, para valorar si las acciones de control fueron efectivas, comparando los indicadores de variabilidad definidos. En otros niveles, puede usarse para diseño de experimentos, análisis de regresión, control de calidad, etc.



Imagen 9. Escena de la práctica de la catapulta
Fuente. Material del investigador

Existen otras prácticas, como el helicóptero de *Box*, comparación de la velocidad de reacción de la mano izquierda con la derecha, estimación del número de taxis, etc.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una primera gran conclusión es que la meta por excelencia, de la formación estadística es la formación de pensamiento crítico, en lo que ha dado en llamarse Cultura Estadística. Si en nuestro curso, no se está privilegiando esta dimensión, significa que hay una oportunidad para mejorar.

No puede formarse Cultura Estadística, con base en problemas tipo libro de texto, con poco o ningún contexto. Generar contextos realistas y de interés, es condición necesaria para el fomento del análisis crítico en el marco de verdaderos problemas.

Proponer lecturas sobre situaciones de investigación empírica y someterlas a la crítica de los estudiantes, con el marco de Pensamiento Estadístico de Wild y Pfannkuch (1999) y los conceptos de validez de Trochim (2002) puede ser muy conveniente.

Propiciar situaciones problema en las cuales sea necesario generar los datos, es una actividad recomendable, pues el estudiante se ve enfrentado a retos en las distintas dimensiones del Pensamiento Estadístico.

A lo largo del curso y de preferencia cada semana, establecer una lectura de un artículo, un periódico u otro medio, a través del cual, el estudiante deba comprometerse con un juicio crítico.

Con frecuencia plantear problemas abiertos, en cuyo desarrollo el estudiante deba asumir definiciones, diseño del estudio, definición de características de interés, plan de generación de datos, estrategias de análisis, aunque no lo lleve a la práctica. Problemas tipo: Diseñe un estudio para contrastar la creencia que si se ponen bolsas de agua colgando en los restaurantes se ahuyentan las moscas. ¿Las vacas con música dan más leche? ¿Las flores con aspirina en el agua duran más? ¿Las pilas chinas sin marca duran menos que las de marca que tienen tradición? ¿Las personas diferencian el sabor del agua del grifo del agua embotellada?

En la dirección de formar cultura estadística, conviene una reforma de las políticas y los lineamientos por parte del MEN, en lo que respecta a la inclusión de la formación Estadística en la malla curricular de la educación básica y secundaria. La Asociación Colombiana de Educación Estocástica [ACEdEst] y La Sociedad Colombiana de Estadística [SCE], son claramente los llamados para liderar este proceso, por medio de foros académicos de profesores en los que se caractericen las dimensiones de una potencial reforma. Igualmente, la oferta de opciones de seminarios y de cursos y talleres que vayan en la dirección de fortalecer la Cultura Estadística.

Hacer foros con participación de entes decisores sobre el currículo y los programas de los cursos en lo que respecta a la formación en Estadística.

REFERENCIAS

- Barlow, R. (1990). *Statistics*. New York, USA: Wiley.
- Batanero, C. (1999). Taller sobre Análisis Exploratorio de datos en la enseñanza secundaria. *Actas de la Conferencia Internacional "Experiências e Expectativas do Ensino de Estatística: Desafios para o século XXI"*. Setembro 20 a 23. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

- Batanero, C. (2002). Los retos de la cultura estadística. *Jornadas Interamericanas de Enseñanza de la Estadística*. Buenos Aires.
- Brown, E., & Kass, R. (2009). Statistical Training and Curricular Revision: What is Statistics? *American Statistician*, 63(2), 105-123.
- Corazón. (03 de septiembre de 2006). El Tiempo. Bogotá, Colombia.
- Dallal, G. (November de 1990). Statistical Computing Packages: Dare We Abandon Their Teaching to Others? *The American Statistician*, 44(4), 265-66.
- DANE (2014). Encuesta de Consumo Cultural. Colombia 2014. Principales Resultados. Presentación. Recuperada de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/eccultural/presentacion_ecc_2014.pdf
- Del Pino, G., & Estrella, S. (2012). Educación estadística: relaciones con la matemática. *Pensamiento Educativo*, 49(1), 53-64.
- Dennett, D. (1999). Patrones reales. Gráfica Técnica S.R.L. En U. W. C. Westbury, *¿Sabemos cómo se aprende? Nuevos enfoques sobre el aprendizaje* (pp. 201-237). Lima, Perú: Gráfica Técnica S.R.L.
- Efron, B., & Tibshirani, R. (1993). *An Introduction to the Bootstrap*. New York: Chapman and Hall.
- Gal, I. (2002). Adults' statistical literacy: Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, 70(1), 1-51.
- García, M., Espinosa, J. R., Jiménez, F., & Parra, J. D. (2013). *Separados y Desiguales: Educación y Clases Sociales en Colombia*. Bogotá: Dejusticia.
- Grima, P. (2010). *Estadística en Acción. ¿Qué es y para qué sirve la Estadística a través de casos prácticos basados en proyectos de final de carrera?*. Barcelona: Universidad Politecnica de Cataluña.
- Hey, J. (1983). *Data in Doubt: An Introduction to Bayesian Statistical Inference for Economists*. Oxford: Martin Robertson.
- Hogg, R. (noviembre de 1991). Statistical Education: Improvements are badly needed. En R. Hogg (Ed.), *The American Statistician*, 45, 342-343.
- Holmes, P. (2002). Some lessons to be learnt from curriculum developments in statistics. En B. Phillips (Ed.), *Proceedings of the Sixth International Conference on Teaching of Statistics*. Ciudad del Cabo: IASE.
- Kahneman, D., Slovic, P., & Tversky, A. (1982). *Judgement under uncertainty: heuristics and biases*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kempthorne, O. (February de 1980). The teaching of statistics: Content versus form. *The American Statistician*, 34(1), 17-21.
- Mayo-Smith (1895). *Science of Statistics: Statistics and Sociology*. Editorial Macmillan. USA.

- Nikiforidou, Z., Lekka, A., & Pange, J. (2010). Statistical literacy at university level: the current trends. (A. L. Zoi Nikiforidou^a, Ed.) *PROCEDIA Social and Behavioral Sciences*, 9, 795-799.
- Porter, T. (1995). *Trust in numbers. The pussuit of objectivity in science and Public Life*. United Kingdom: Princeton University Press.
- ¿Por qué algunos viven más que otros? (02 de septiembre de 2006). El Tiempo. Bogotá, Colombia.
- ¿Qué estratos ingresan a la Universidad? (15 de enero de 2006). El Tiempo. Bogotá, Colombia.
- Rouncenfield, M. (1995). The statistics of poverty and inequality. *Journal of Statistics Education*, 3(2).
- Steen (Ed.), L. (1994). *Las matemáticas de la vida Cotidiana. / Universidad Autónoma de Madrid*. Madrid: Addison_Wesley/Universidad Autónoma de Madrid.
- Stigler, S. (1999). *Statistical on the table: The history of statistical concepts and methods*. Cambridge, United Kingdom: Harvard University Press.
- Tanur, J. (1992). *La estadística, una guía de lo desconocido. .* Madrid: Alianza D. L.
- Trochim, W. (2002). *Research Methods Knowledge Base*. USA: Atomic Dog Publishing.
- Wallman, K. (1993). Enhancing statistical literacy: enriching our society. *Journal of the American Statistical Association*, 88, 1-8.
- Wild, C., & Pfannkuch, M. (1999). Statistical Thinking in Empirical Enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223-265.