

CONSTRUCCIÓN DEL SENTIDO ESTADISTICO EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE CIENCIAS NATURALES

CONSTRUCTION OF THE STATISTICAL SENSE IN UNIVERSITY STUDENTS OF NATURAL SCIENCES

Liliana Tauber, Yanina Redondo, Silvana Santellán

Facultad de Humanidades y Ciencias. Universidad Nacional del Litoral. (Argentina)

estadisticamatematicafhuc@gmail.com, yaniredondo@gmail.com, santellansilvana@gmail.com

Resumen

En el presente trabajo describimos las componentes de una propuesta de enseñanza de Estadística aplicada a las Ciencias Naturales. Inicialmente se describe el marco de referencia centrado en las ideas estocásticas fundamentales en el que se basa la propuesta, teniendo como propósitos: generar una postura reflexiva y a la vez crítica en los estudiantes y favorecer la apreciación de los métodos estadísticos como un medio válido para la toma de decisiones. Asimismo, se describe la metodología de trabajo basada en el uso de simulaciones y del software R y centrada en el desarrollo de tareas de análisis de datos.

Palabras clave: sentido estadístico, ideas estocásticas fundamentales, cultura estadística

Abstract

In this work we describe the components of a teaching sequence of Statistics applied to Natural Sciences. Initially, the frame of reference centered on the fundamental stochastic ideas on which the proposal is based is described, having as objectives: to generate a reflexive and critical position in the students and to favor the appreciation of the statistical methods as a valid means for the decision making. Likewise, the methodology based on the use of simulations and R software and focused on the development of data analysis tasks is described.

Key words: statistical sense, fundamental stochastic ideas, statistical literacy

■ Introducción

Movilizadas por la necesidad de fomentar un aprendizaje significativo de los conceptos estocásticos en estudiantes de Profesorado de Biología y de Licenciatura en Biodiversidad, adherimos a los enfoques propuestos por diversos autores quienes indican la importancia de desarrollar en los estudiantes un *Sentido Estadístico* a través de propuestas que no deriven en aprendizajes ambiguos y a corto plazo de los conceptos. Con la clara convicción de que debemos enfocarnos en que los estudiantes comprendan conceptos, técnicas y fundamentos estadísticos, consideramos que es necesario planificar nuestras propuestas de enseñanza combinando en ellas el conocimiento disciplinar, los enfoques actuales de Educación Estadística y los recursos tecnológicos disponibles para fusionar potencialmente las anteriores.

A partir de estas inquietudes, hemos planificado e implementado diversas tareas de análisis de datos entrelazadas en una propuesta didáctica enfocada en revalorizar y relacionar las ideas estocásticas fundamentales, buscando fortalecer la interpretación y comunicación de resultados basados en la evidencia empírica. Esta propuesta se ha diseñado junto a una evaluación continua complementaria, que busca favorecer el aprendizaje a largo plazo de los estudiantes.

■ Fundamentos teóricos

Diversa es la literatura que indica que, durante largo tiempo, los cursos de estadística se ocuparon específicamente del desarrollo de algoritmos y reglas en las que se utilizaba más el razonamiento matemático que el estadístico, con actividades descontextualizadas y aisladas de las aplicaciones reales con las que efectivamente va a enfrentarse el estudiante en su vida profesional, laboral o cotidiana (Behar y Grima, 2014; Moore, 2004). Como consecuencia de esto, ha cobrado relevancia el término *Cultura Estadística* (Batanero, Díaz, Contreras y Roa, 2013; Gal, 2002; Murray y Gal, 2002; Moreno, 1998; ASA, 2005), con la intención de promover que la Estadística forme parte de la herencia cultural necesaria para cualquier ciudadano educado. Lo que se pretende es proporcionar una *cultura estadística* entendida como la interrelación de dos componentes:

- a. capacidad para interpretar y evaluar críticamente la información estadística, los argumentos apoyados en datos o los fenómenos estocásticos que las personas pueden encontrar en diversos contextos, incluyendo los medios de comunicación, pero no limitándose a ellos, y b) capacidad para discutir o comunicar sus opiniones respecto a tales informaciones estadísticas cuando sea relevante (Gal, 2002, p. 2-3).

Todos los modelos centrados en promover la *Cultura Estadística* coinciden en que resulta fundamental el desarrollo de las *Ideas Estadísticas Fundamentales* (Burril y Biehler, 2011), dentro de las cuales se consideran los datos, la variación, los resúmenes, el concepto de distribución, el de asociación y correlación, el concepto de probabilidad desde sus diferentes aproximaciones y las ideas de muestreo e inferencia. Además de la comprensión de estas ideas, su adecuada utilización en la resolución de situaciones que las involucren requiere del desarrollo del *Razonamiento Estadístico*, el cual representa un componente esencial del aprendizaje y del desarrollo de la *Cultura Estadística*, e involucra cinco componentes que, siguiendo a Wild y Pfannkuch (1999), podríamos diferenciar de la siguiente manera: *Reconocer la necesidad de los datos*, ya que la Estadística se basa en la evidencia proporcionada por los datos. Considerar la *Transnumeración*, que involucra la comprensión necesaria para interpretar la información cuando se cambia de una representación a otra. La *Percepción de la variación*, que involucra no sólo la identificación de las fuentes que la producen sino también la búsqueda de explicaciones y predicciones de la misma. El *Razonamiento con modelos estadísticos*, considerándolos como representaciones de la realidad e instrumentos para comprenderla y, la *Integración de la Estadística y el contexto*, el cual resulta una componente fundamental debido a la importancia que adquiere el contexto al tratar de brindar conclusiones válidas sobre los datos.

Si bien el desarrollo del *Sentido Estadístico* (Batanero, Díaz, Contreras y Roa, 2013), entendido como la unión de todas las componentes antes descritas, debería darse de modo progresivo, construyéndose poco a poco y aumentando el nivel de formalización a lo largo de los diferentes niveles educativos, desde nuestra experiencia hemos notado que generalmente recibimos a los estudiantes con escasa o nula formación en lo que a conceptos estadísticos refiere. Esto ocurre a pesar de que varias de las ideas estocásticas fundamentales aparecen en los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios para la Educación Secundaria de nuestro país (NAP, 2011).

Considerando la realidad de nuestros alumnos y movilizadas por el deseo de formar ciudadanos estadísticamente cultos, resulta necesario centrar nuestros esfuerzos en diseñar y desarrollar propuestas que presenten a la Estadística como herramienta para el campo profesional específico, destacando su importancia en la toma de decisiones y fomentando el *razonamiento estadístico* por sobre el trabajo mecánico rutinario con conceptos y propiedades teóricas aislados del propio contexto, incorporando la tecnología como herramienta para el tratamiento de un gran volumen de datos y para la realización de técnicas que involucran cálculos complejos.

■ Aspectos metodológicos de nuestra propuesta de enseñanza

Posicionadas en este marco de referencia del *Sentido y la Cultura Estadística* y considerando la necesidad de brindar los conocimientos, técnicas y métodos estadísticos requeridos para la futura vida profesional de nuestros estudiantes, los siguientes propósitos generales guían el desarrollo de nuestra propuesta:

- Generar una postura reflexiva y a la vez crítica del estudiante, que favorezca la apreciación de los métodos estadísticos como un medio válido para la toma de decisiones.
- Estimular la toma de decisiones relacionadas con la elección de técnicas de análisis apropiadas que permitan elaborar conclusiones basadas en los datos.
- Promover el aprendizaje activo y colaborativo en los alumnos, utilizando un software estadístico como instrumento idóneo para agilizar el análisis de datos.
- Favorecer en los estudiantes la elaboración de sus propios argumentos y conjeturas basados en el análisis exploratorio de datos.
- Fomentar el razonamiento estadístico a través de la modelización y el estudio del ajuste de modelos a los datos reales.

Teniendo siempre presente estos objetivos y las referencias que detallamos antes, es que elaboramos las estrategias de enseñanza y aprendizaje y la propuesta de evaluación continua que pasamos a describir a continuación.

Es así que el hilo conductor que guía nuestra propuesta es el análisis de situaciones vinculadas con problemáticas propias del área de interés de nuestros estudiantes: las Ciencias Naturales. Asimismo, muchas de las problemáticas que hemos seleccionado se retoman a lo largo de los dos semestres que duran las dos asignaturas en las que desarrollamos esta experiencia, de tal manera que nos permiten desarrollar distintas técnicas descriptivas y exploratorias para seguir analizando los datos por medio de los métodos de la Estadística Inferencial. Las problemáticas mencionadas están en relación con situaciones basadas en datos reales, en ocasiones obtenidos por investigadores de la misma carrera, un ejemplo de estas problemáticas se puede observar en el Cuadro 1 y Figura 3. Esto nos permite además, reflexionar sobre los alcances y las limitaciones de los datos y analizar cuando es o no posible realizar inferencias o utilizar uno u otro método. De esta forma, nuestra propuesta de trabajo pone en relación las siguientes componentes:

Componente 1. Uso de la simulación como recurso digital para el descubrimiento, interpretación y comunicación del conocimiento.

Siguiendo a Moore (2004), el enfoque de nuestra propuesta se centra en la comprensión conceptual de las ideas estocásticas fundamentales evitando la excesiva algoritmización de los conceptos, de tal forma que los contenidos teóricos sean trabajados de una manera que permita interpretar y comprender sus significados. Es así que, introducimos la simulación como un medio para comprender los modelos subyacentes, especialmente en los métodos inferenciales, y sus propiedades (por ejemplo: para interpretar las propiedades de un estimador). Tanto a través de materiales concretos como por medio de simuladores virtuales (los cuales abundan en la web) hemos podido acercar al estudiante los conceptos de una manera más concreta, utilizando el enfoque de la *Inferencia Estadística Informal* (Tauber y Santellán, 2014) y permitiéndonos centrar el aprendizaje en las *ideas estocásticas fundamentales* (Burril y Biehler, 2011). Sólo por mencionar un ejemplo, para desarrollar los conceptos teóricos asociados a las distribuciones muestrales, utilizamos el simulador *Sampling Distribution* - http://onlinestatbook.com/stat_sim/sampling_dist/index.html (Figura 1).

A través de la realización de algunas tareas de exploración del mismo, favorecemos que los estudiantes puedan descubrir las características que definen a la distribución muestral de cada estadístico y entender las propiedades de los estimadores. En el simulador es posible discriminar diversos conceptos tales como: distribución poblacional, distribución de frecuencias, distribución muestral de un estadístico y las propiedades de los estimadores. Además, se pueden explorar las características de las distribuciones muestrales de la media, de la mediana, de la varianza, de la varianza insesgada, de la desviación estándar y del rango. Una vez que los alumnos han podido investigar y sacar conclusiones sobre las tendencias observadas en la simulación, presentamos las propiedades y teoremas de manera más formalizada, pero sólo después de que los alumnos tuvieron la oportunidad de darle significado a cada uno de los elementos que constituyen esas propiedades y teoremas.

En este punto somos conscientes que la incorporación de los simuladores en la clase, como todo recurso TIC, implica que presentemos actividades y tareas que favorezcan el aprendizaje de las propiedades antes mencionadas. Para el lector interesado en dichas tareas le sugerimos consultar Bianchi y Tauber (2014) y Tauber y Cravero (2012). Las intervenciones docentes que planteamos y las decisiones inmediatas que tomamos a lo largo del devenir de la clase tendrán como fin único el aprovechamiento de este simulador, lo que nos exige que no sólo conozcamos como manipular el simulador y cómo leer la información que puede extraerse de él en cada iteración, sino que sepamos cómo enseñar los conceptos de estimadores puntuales y sus propiedades o las propiedades de las distribuciones muestrales. Tal como puntualizan Mishra y Koehler (2006), saber utilizar ciertas tecnologías no es sinónimo de saber enseñar con tecnología. Aquí es donde fusionamos nuestro enfoque de enseñanza basado en la construcción del *sentido estadístico* con el conocimiento de los beneficios de esta tecnología y con un claro conocimiento disciplinar del o de los contenidos que pretendemos que aprendan y re-signifiquen nuestros estudiantes.

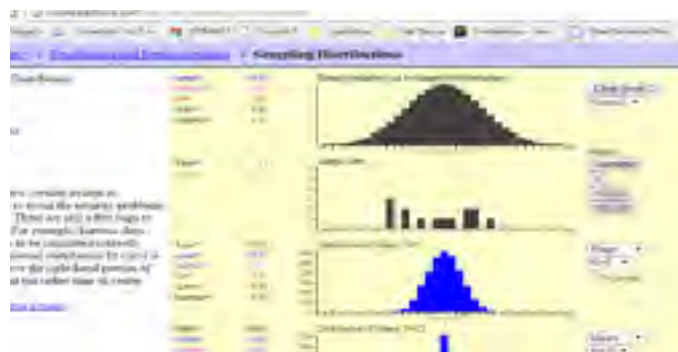


Figura 1. Pantalla del simulador *Sampling Distribution*

Componente 2. Utilización del software R-Studio para el procesamiento de datos y realización de diferentes test.

Dado que nuestro principal objetivo es promover el razonamiento estadístico en nuestros estudiantes, de tal manera de brindar fundamentos en la toma de decisiones de ciertas problemáticas de las Ciencias Naturales, es que nuestro interés no se focaliza en que el alumno memorice procedimientos y algoritmos, sino más bien en que el estudiante logre tomar decisiones sobre el análisis adecuado para buscar respuestas a su problema mediante los recursos estadísticos disponibles. Por otra parte, hoy en día la Estadística asistida con el uso de software específicos, permite el manejo y procesamiento de los datos de manera más sencilla, aunque introduce otras problemáticas diferentes. Por todo esto, desde hace varios años hemos incorporado a las cátedras el uso del software estadístico R para el procesamiento de los datos y la realización de todos los análisis y pruebas que desarrollamos en nuestras clases. El fundamento de la elección de este software radica en que, además de cubrir todas nuestras necesidades en lo que a procedimientos y análisis estadísticos refiere, constituye un software libre y es apto para distintos sistemas operativos. Por otra parte, R presenta diversos módulos que trabajan en entornos más amigables, tales como R-Commander y R-Studio. Es así que en el primer semestre se trabajan con estos módulos, ya que ambos permiten trabajar con diversas ventanas donde se pueden presentar una variedad amplia de análisis, numéricos y gráficos (como se muestra en la Figura 2).

Si bien R-Studio constituye un entorno más sencillo dentro del lenguaje R, tiene cierta estructura funcional que puede generar inconvenientes si es que no se la sigue según todos los requerimientos necesarios. Por este motivo, hemos elaborado un tutorial de 10 capítulos, en el que se desarrollan desde los pasos básicos para la instalación de R y del entorno R-Studio, pasando por el manejo de los datos, las diferentes técnicas de la Estadística Descriptiva, las distribuciones de probabilidad, hasta los métodos (paramétricos o no) de la Estadística Inferencial que desarrollamos a lo largo de ambas asignaturas. Asimismo, hemos realizado algunos videos explicativos del uso del software que los alumnos tienen disponible en el entorno de las asignaturas.

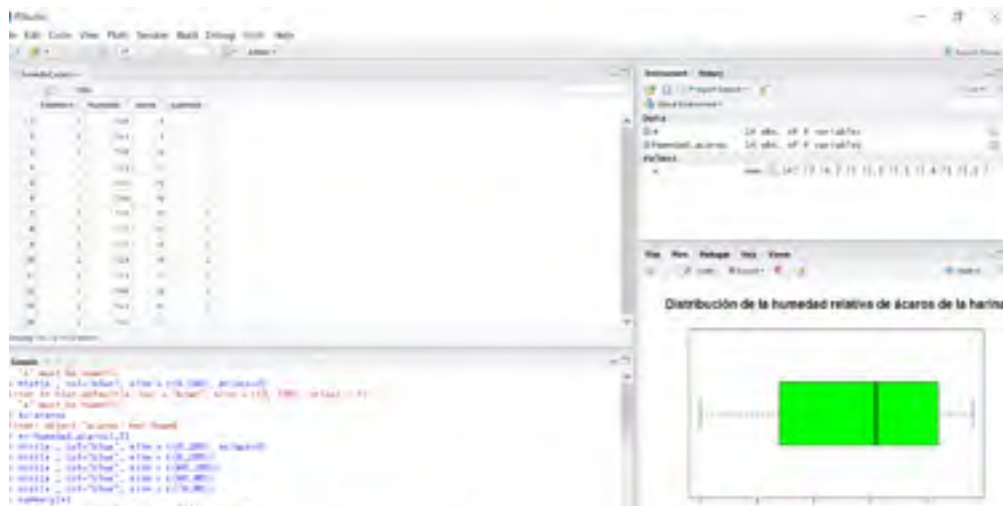


Figura 2. Ventanas de R-Studio

Es así que, a través de la propuesta de enseñanza y de las tareas diseñadas para la misma, hemos podido lograr una combinación didáctica disciplinar que busca desarrollar en nuestros estudiantes el razonamiento estadístico necesario en esta etapa de formación. De esta manera, el uso del software nos permite analizar bases de datos reales, la interpretación de la información obtenida mediante distintos resúmenes sobre la misma variable estadística (*Transnumeración*), la interpretación de conceptos básicos como medidas de posición o de dispersión asociada a la

idea de distribución, analizar y comparar resultados obtenidos de distintas muestras de una misma población, entre otras cuestiones asociadas al Análisis Exploratorio de Datos. Y, como segunda meta, permite acercar a los futuros profesionales al uso del software para la obtención de resultados de investigaciones, según el método de inferencia adecuado. En esta segunda parte de la propuesta, además de aprender estos métodos, los estudiantes tienen la oportunidad de realizar un análisis comprensivo de “las salidas” del software que se presentan en investigaciones de su área, y de esta manera poder discutir y comunicar los resultados que observan (lo cual estaría relacionado con uno de los tipos de razonamiento que hemos enunciado antes, como es la integración de la estadística con el contexto).

Componente 3. Guías de tareas prácticas centradas en el análisis de datos reales derivadas de diferentes investigaciones de las Ciencias Naturales.

Las asignaturas en las que desarrollamos nuestra propuesta se llevan a cabo durante dos semestres mediante el cursado en clases teórico-prácticas. Es así, que las guías de actividades prácticas, que hemos elaborado con el mismo enfoque que la propuesta de enseñanza, cumplen la función de aportar tareas y situaciones problemáticas que permiten la integración de los conceptos que se van desarrollando. En las clases hay instancias en las que los alumnos analizan, discuten y resuelven algunas de estas tareas y luego exponen las conclusiones a sus pares. El contenido de las tareas presentadas en estas guías surge como una necesidad al buscar fomentar el *Sentido Estadístico* en nuestros estudiantes y a partir de la escasa existencia de bibliografía con una propuesta de tareas que promuevan el razonamiento estadístico para el área específica con la que estamos trabajando. Si bien, existen algunos autores que proponen este tipo de situaciones, como Triola (2013) o Mendenhall, Beaver y Beaver (2010), no todas las actividades se contextualizan en el área de nuestros alumnos, además de proveer datos ajenos al contexto nacional. Algunas características que consideramos diferencian a las tareas y situaciones que diseñamos respecto de los autores mencionados son:

- La mayoría de las situaciones problemáticas presentadas parten de datos provenientes de investigaciones reales, vinculadas directamente con la Biología y la Biodiversidad y contextualizadas en la región de donde provienen los estudiantes.
- Muchas de las tareas propuestas se elaboraron como pequeños proyectos que parten de una problemática en particular, con preguntas orientadoras que implican la participación activa de los estudiantes en la toma de decisiones respecto de los análisis necesarios para arribar a las conclusiones deseadas y esas conclusiones dependerán de las suposiciones iniciales que realicen los alumnos. Esto permite evaluar los criterios que utilizan los estudiantes para fundamentar sus decisiones y conclusiones.
- Los datos que se trabajan en las primeras guías se retoman a través de las subsiguientes para lograr profundizar el análisis a partir de los nuevos conceptos que se van desarrollando.

Por ejemplo, en el primer semestre, los estudiantes comienzan a reconocer en dos bases de datos, el tipo de muestreo empleado, la identificación de variables y sus correspondientes resúmenes descriptivos y tienen la oportunidad de analizar la metodología con la que se recolectaron los datos. Luego, en base a estos resultados, los estudiantes se involucran en el análisis de los modelos de probabilidad más pertinentes en cada caso para relacionarlos más adelante con los métodos inferenciales correspondientes para poner a prueba las hipótesis o conjeturas que ellos mismos han elaborado a partir del análisis exploratorio.

Componente 4. Prácticos evaluativos domiciliarios con apoyo en el uso de R-Studio para el análisis de datos.

Reconociendo que la propuesta de enseñanza que diseñamos involucra un cambio en la manera tradicional de evaluar los aprendizajes de nuestros estudiantes, en estos dos últimos años hemos centrado nuestros esfuerzos en una propuesta de evaluación continua, para la cual nuestros estudiantes, deben resolver tres prácticos evaluativos

grupales y domiciliarios (a lo largo de cada semestre), en los que deben utilizar los fundamentos desarrollados en las clases y deben discutir con los integrantes del grupo de trabajo.

Estos prácticos pretenden fortalecer nuestra propuesta de enseñanza, proponiendo el desarrollo de un pequeño proyecto que parte de una problemática central, la cual interconecta las diferentes etapas evaluativas, y presentado consignas que inducen a que los estudiantes piensen, reflexionen y tomen las decisiones necesarias para encontrar respuestas sobre el problema bajo estudio. En los mismos no sólo se pretende enfrentar a los alumnos a una situación real de análisis de datos sino que además, al tener que resolverlo en grupos, tienen la posibilidad de discutir, confrontar opiniones y deben llegar a un consenso para poder dar las respuestas necesarias. Las tareas que se proponen tienen como finalidad dar la posibilidad que los estudiantes tomen decisiones respecto del tipo de análisis que van a utilizar, siendo necesario para esto que deban fundamentar claramente sus elecciones basándose en los conceptos que tienen disponibles. A modo de ejemplificación de estos prácticos, en el Cuadro 1 y en la Figura 3, presentamos la estructura de uno de ellos implementado en el año 2017.

Cuadro 1. Contextualización y actividades planteadas en un práctico evaluativo

En la base de datos se presentan distintas variables biométricas del cangrejo de agua dulce *Aegla uruguayana* (de distribución en la Cuenca del Plata: ríos Paraná, Uruguay y Colastiné), además del sexo y la localidad en la que se ha realizado el muestreo. Las variables corresponden a medidas y relaciones entre las mismas, correspondientes al cefalotórax y a las que las de cada cangrejo, las cuales se explicitan en la Figura 3.

Los datos son parte de la tesis: *Revisión de la variabilidad morfológica intrapoblacional e interpoblacional mediante métodos de análisis cuantitativos de la forma. Especies del género Aegla Leach (Crustácea, Decápoda, Anomura) de la Argentina. Giri, (2009)*. Datos proporcionados por su autor con la debida autorización.

- Consideren la variable “distancia entre las espinas orbitales (EO)”, realicen los análisis estadísticos que consideren pertinentes, elaboren un informe en el que se describan las diferencias observadas sobre la distancia entre las espinas orbitales de los cangrejos según el lugar de observación, fundamentando la elección de todos los análisis que han realizado.
- A partir de la descripción realizada, ¿qué hipótesis pueden sugerir? ¿Qué métodos inferenciales elegirían para validar la hipótesis generada? ¿Cuáles son los fundamentos de la elección realizada?
- Verifiquen las condiciones de aplicación del o de los métodos seleccionados, elijan el que consideren más adecuado, aplíqueno y extraigan conclusiones en base a ello.
- ¿En cuál o cuáles de los sitios observados se encuentran los especímenes con menores distancias entre las espinas orbitales? ¿En cuáles se observan los especímenes con mayores distancias? Expliciten en qué información se basan para dar la conclusión.
- ¿Qué implicaciones biológicas tienen las conclusiones que han obtenido?

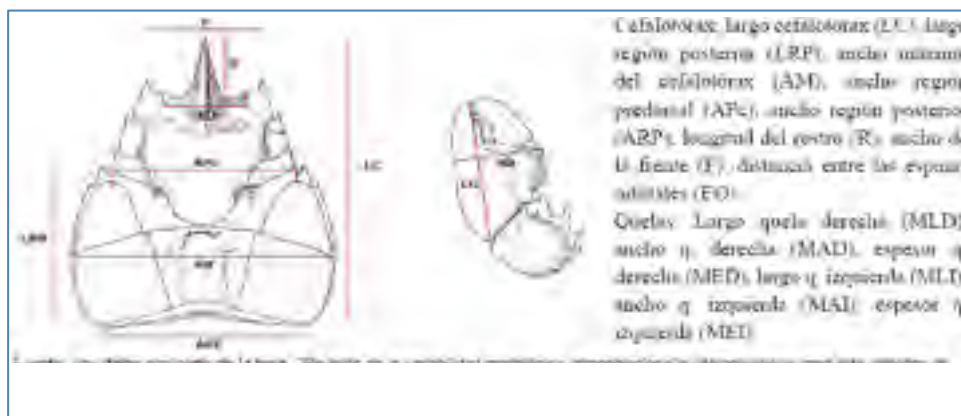


Figura 3. Variables estudiadas en cangrejos de agua dulce

En el Cuadro 1, hemos incluido preguntas de distintos prácticos evaluativos para dar cuenta del proceso que deben seguir los estudiantes, pasando desde el análisis exploratorio y descriptivo, la elaboración de conjeturas, la verificación de supuestos teóricos, hasta la realización de inferencias estadísticas formales. De esta manera se potencia el trabajo centrado en los diversos razonamientos estocásticos que hemos descrito en el marco de referencia.

Consideramos que la propuesta de evaluación tiene muchas potencialidades aún por explorar, pero la misma es una componente fundamental para el correcto engranaje de una enseñanza de la Estadística que se funda en favorecer el pensamiento estadístico en nuestros estudiantes (Behar y Grima, 2014). Además, esta manera de trabajar nos permite evaluar el conocimiento y las habilidades que ponen en práctica los alumnos respecto de la utilización del software, promoviendo de esta manera comportamientos autónomos.

■ Implicaciones didácticas

Más allá de las potencialidades de la propuesta que hemos detallado en las secciones anteriores, podemos indicar que desde el inicio de la implementación de este tipo de enseñanza y de las actividades asociadas, pudimos ver mayor nivel de compromiso en los estudiantes, así como mayor profundidad en las preguntas que realizan y en la discusión que se genera en el aula. Esto mismo puede observarse en las resoluciones a los prácticos evaluativos, información que analizaremos en próximos trabajos.

La interacción de los alumnos con el simulador de distribuciones muestrales, nos ha permitido discutir sobre la variación aleatoria y la variabilidad muestral, también fue posible distinguir de manera práctica, conceptos tales como la distribución de frecuencias, la distribución muestral de un estadístico y la distribución poblacional, ideas que generalmente resultan muy difíciles y abstractas para los alumnos, tal como lo reportan algunos investigadores (Canal y Behar, 2010; Tauber, 2001). Además, esta exploración nos ha permitido profundizar en el análisis de ideas conceptuales que, generalmente son complejas para los estudiantes, tales como los resultados que enuncia el Teorema Central del Límite o la problemática en la diferenciación de una variable estadística y una aleatoria. Estas ideas, tales como lo reportan algunos investigadores (Alvarado, 2007; Batanero, López Martín, González-Ruiz y Díaz-Levicoy, 2017), resultan sumamente complejas para los estudiantes y el haber trabajado de esta forma, nos permitió observar una comprensión conceptual que perduró en el tiempo, lo cual no había sido detectado cuando utilizábamos actividades más tradicionales. Esta comprensión conceptual ha podido detectarse en trabajos de integración que se realizan con otras asignaturas de la carrera, los cuales no se incluyen aquí por cuestiones de extensión, pero es posible indicar que en dichos trabajos se pudo observar que los estudiantes han logrado integrar la Estadística y sus ideas fundamentales al trabajo investigativo que deben realizar en asignaturas de las áreas de Ecología y Medioambiente.

■ Reflexiones finales

Teniendo en cuenta que, el principal objetivo que perseguimos es el desarrollo de la Cultura Estadística y, apoyando la idea que recuperan Batanero. et. al. (2013), en relación a que no es posible separar la Estadística de sus aplicaciones, consideramos que tanto en la propuesta de enseñanza que incorpora el uso de simuladores y software, como en la elaboración de las guías de actividades con situaciones problemáticas afines a la disciplina y con el proceso evaluativo presentado, favorecemos el desarrollo del razonamiento y de la cultura estadística.

La modalidad de evaluación favorece el trabajo colaborativo entre los estudiantes y la necesidad de forjar una actitud crítica ante las distintas situaciones a las que son expuestos.

Si bien lo hemos mencionado ligeramente en este trabajo, en las actividades propuestas también incorporamos situaciones que favorecen el desarrollo de la Inferencia Estadística Informal, con la intención de que mediante ciertas afirmaciones y análisis los estudiantes cuenten, al momento de comenzar el estudio de técnicas formales, con ideas previas que faciliten la comprensión de los fundamentos de la inferencia estadística, tal como lo sugieren muchas investigaciones (Pfannkuch, 2007; Gil y Ben-Zvi, 2014).

Conscientes de que la propuesta necesita mejoras, consideramos que hemos elaborado una propuesta de enseñanza que posibilita espacios de reflexión y aprendizajes más duraderos en los futuros profesionales que cursan estas asignaturas.

Agradecimientos: Proyecto CAI+D 50120150100032LI y PROMAC 2018 (Universidad Nacional del Litoral)

■ Referencias bibliográficas

- Alvarado, H. (2007). *Significados del Teorema Central del Limite en la Enseñanza de la Estadística en Ingeniería*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- American Statistical Association. (2005). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education: College report*. Alexandria, VA: Author.
- Batanero, C. (2004) Los retos de la Cultura Estadística. *Yupana. Revista de Educación Matemática de la Universidad Nacional del Litoral*, 1, 04.
- Batanero, C., Díaz, C., Contreras, J. M. y Roa, R. (2013). El sentido estadístico y su desarrollo. *Números*, 83, 7-18.
- Batanero, C.; López Martín, M.; González-Ruiz, I. y Díaz-Levicoy, D. (2017). Las medidas de dispersión en el estudio de la inferencia estadística. En Vásquez, Claudia; Rivas, Hernán; Pincheira, Nataly; Rojas, Francisco (Eds.), *XIX Jornadas Nacionales de Educación Matemática (pp. 312-316)*. Villarrica: SOCHIEM.
- Behar, R. y Grima, P. (2014). Estadística: Aprendizaje a largo plazo. Factores que inciden y estrategias plausibles. En: *Actas del IV Encuentro sobre Didáctica de la Estadística, la Probabilidad y el Análisis de Datos*. Costa Rica.
- Bianchi, J. y Tauber, L. (2014). Análisis de Contenido de un simulador que permite introducir la idea de distribución muestral. En L. Tauber (Ed.), *Actas de V Jornadas de Educación Matemática y II Jornadas de Investigación en Educación Matemática*. Santa Fe: Universidad Nacional del Litoral. Recuperado el 18 de agosto de 2018 de: http://www.fhuc.unl.edu.ar/materiales_congresos/CD_matematica%202014/paginas/poster.html
- Burrill, G., & Biehler, R. (2011). Fundamental statistical ideas in the school curriculum and in training teachers. En C. Batanero, G. Burrill y C. Reading (Eds.), *Teaching statistics in school mathematics. Challenges for teaching and teacher education - A joint ICMI/IASE study* (pp. 57-69). Dordrecht: Springer.
- Canal, G. y Behar, R. (2010). The confidence intervals: a difficult matter, even for experts. En C. Reading (Ed.), *Proceedings of the Eighth International Conference on Teaching Statistics*. Voorburg, The Netherlands: International Statistical Institute.
- Gal, I. (2002). Adult's statistical literacy: Meaning, components, responsibilities. *International Statistical Review*, 70(1), 1-25.
- Gil, E. y Ben-Zvi, D. (2014) Long-Term impact on students' Informal Inferential Reasoning. In K. Makar, B. de Sousa, & R. Gould (Eds.), *Sustainability in statistics education. Proceedings of the Ninth International Conference on Teaching Statistics (ICOTS9, July, 2014), Flagstaff, Arizona, USA*. Voorburg, The Netherlands: International Statistical Institute.
- Giri, F. (2009). Revisión de la variabilidad morfológica intrapoblacional mediante métodos de análisis cuantitativos de la forma. Especies del género *Aegla* Leach (Crustacea, Decapoda, Anomura) de la Argentina. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de la Plata.

- Mendenhall, Beaver y Beaver (2010). *Introducción a la Probabilidad y Estadística*. Décimo tercera edición. Editorial Cengage.
- Ministerio de Educación de la Nación. (2011). *Núcleos de Aprendizajes Prioritarios. Matemática. Ciclo Básico. Educación Secundaria*. Recuperado el 20 de octubre de 2014 de: <http://direcciondenivelsecundario.blogspot.com.ar/p/naps.html>
- Mishra, P., y Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Moreno, J. (1998). Statistical literacy: statistics long after school. In *Proceedings of the Fifth International Conference on Teaching Statistics* (pp. 445-450). International Statistics Institute.
- Moore, D.S. (2004). *The basic practice of statistics*. New York: W. H. Freeman.
- Murray, S. y Gal, I. (2002). Preparing for diversity in statistics literacy: Institutional and educational implications. En B. Phillips (Ed.), *Proceedings of the Sixth International Conference on Teaching of Statistics*. Ciudad del Cabo: IASE. CD ROM.
- Pfannkuch, M. (2007). Year 11 students' informal inferential reasoning: A case study about the interpretation of box plots. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, Vol. 2, N. 3.
- Tauber, L. (2001). *La construcción del significado de la asociación a partir de actividades de análisis de datos*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.
- Tauber, L. y Cravero, M. (2012). Generación de las ideas fundamentales de la Alfabetización Estadística a través del trabajo con proyectos. *Serie B. Trabajos de Matemática*, 61 (2012), 93-106. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba. Recuperado el 10 de agosto de 2018 de: http://www2.famaf.unc.edu.ar/publicaciones/documents/serie_b/BMat61.pdf
- Tauber, L. y Santellán, S. (2014). Conceptos fundamentales de un marco teórico sobre inferencia estadística informal. En: Veiga, D. (Ed.). *Acta de la XI Conferencia Argentina de Educación Matemática*, República Argentina, Ciudad de Buenos Aires: SOAREM. Sociedad Argentina de Educación Matemática.
- Triola, M. (2013). *Estadística*. 11va edición. Editorial Pearson.
- Wild, C. y Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67 (3), 221-248.