

ENSEÑAR ESTADÍSTICA EN CARRERAS DE INGENIERÍA: UNA PROPUESTA PARA LOS NUEVOS ESCENARIOS MEDIADOS POR TIC

María Cristina Kanobel*¹, Andrea Alvarez¹, Luis Garaventa¹, Rodolfo Lupo¹

¹Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda, Av. Ramón Franco 5050, Avellaneda, Argentina.

**Autor a quien la correspondencia debe ser dirigida
mckanobel@gmail.com*

RESUMEN

Este trabajo¹ describe la experiencia desarrollada por la cátedra de Probabilidad y Estadística en la UTN FRA durante los ciclos 2014-2015 a partir de una propuesta de abordaje en la enseñanza de los contenidos de la asignatura para mejorar el aprendizaje y el desempeño académico de los estudiantes. La incorporación, selección y jerarquización de contenidos, articulación horizontal e inclusión de TIC en las prácticas áulicas surge desde la necesidad de una integración entre Estadística y Probabilidad. A partir de una reflexión teórica y para llevar a cabo la propuesta, construimos un diseño curricular propiciando el análisis de datos y el estudio de casos como estrategia para promover aprendizajes verdaderos e introducir a los estudiantes en problemas de solución abierta y de carácter complejo que podrían presentarse en su futuro profesional. Para relevar las percepciones de los estudiantes sobre la metodología utilizada en las clases utilizamos el instrumento adaptado del cuestionario MSLQ.

Palabras clave: enseñanza de Estadística - estudio de casos -TIC -TPAK

ABSTRACT

This paper describes the experience developed by the group of teachers of Probability and Statistics in the UTN FRA during 2014-2015, with a change in the way of teaching. We incorporated, selected and prioritized different subjects, including new technologies in order to connect Statistics with Probability. To reverse some difficulties in the construction of knowledge and to improve the academic performance of students, we designed a program based in data analysis and cases of study. First, we made a teorical reflection to develop a program promoting true learning and to introduce students into open solution problems that they might find in their professional future. To know what students say about the methodologies used in classes we used an instrument adapted from MSLQ questionnaire.

Key words: Statistics teaching- cases of study -TIC -TPAK – ANG

¹ Trabajo basado en la investigación cuyos resultados son presentados en II CIECyC- 3EMEM (2016)

INTRODUCCION

Desde hace algunos años, el área de Probabilidad y Estadística de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Avellaneda (UTN FRA) viene implementando diversas acciones y estrategias para acercar a los estudiantes al mundo de la Estadística, para promover en ellos el desarrollo de competencias asociadas al futuro ejercicio profesional y, no solamente de una estructura de conocimientos básicos para aplicar en contenidos de años posteriores. Esta visión, nos plantea nuevos escenarios para la enseñanza de los contenidos de la asignatura.

Explorar cómo impacta la implementación del método de enseñanza por formación de conceptos mediada por tecnología en la motivación y el desempeño académico de los estudiantes en cursos de Probabilidad y Estadística en las carreras de Ingeniería. Diseñar e incorporar planes instruccionales bajo este paradigma fue todo un desafío. En este camino, desde el equipo de trabajo, se planteó un espacio de reflexión y discusión.

UNA REFLEXIÓN TEÓRICA

Nuestra estrategia para abordar la enseñanza se fundamenta en la Teoría ANG del Aprendizaje Significativo de Ausubel, desarrollada en profundidad por Novak (Ausubel, D. y Novak, J., 2009) y Gowin (Novak y Gowin, 1988) y en el modelo TPACK (Mishra y Koehler, 2009). Nuestra propuesta pretende incorporar en los cursos, metodologías activas y colaborativas mediadas con tecnologías con el objetivo de mejorar el desempeño académico y potenciar el aprendizaje de los estudiantes utilizando entornos digitales.

La Teoría del aprendizaje significativo de ANG de Ausubel, Novak, y Gowin (Ausubel et al., 1978, 1983; Novak, 1977, 1982, Gowin, 1981; Novak y Gowin, 1986, 1988; Moreira, 1993) concuerda “con una epistemología constructivista, en la medida en que sostiene que el conocimiento es una producción del ser humano”(Chrobak, 1997) y se debe tener en cuenta que, tal como expresa Moreira (2000) “el aprendizaje significativo requiere predisposición para aprender y, al mismo tiempo, genera este tipo de experiencia afectiva” y que “requiere no sólo que el material de aprendizaje sea potencialmente significativo, sino también que el aprendiz manifieste una disposición para relacionar el nuevo material de modo sustantivo y no-arbitrario a su estructura de conocimiento”.

El modelo TPACK, cuyo significado es Conocimiento Técnico Pedagógico del Contenido, fue desarrollado por Punya Mishra y Matthew J. Koehler (2009). Se basa en una idea de Lee Shulman sobre la integración de conocimientos pedagógicos y curriculares que deberían tener los docentes, teniendo en cuenta que la didáctica debe contextualizarse en la asignatura que se enseña y, en consecuencia, debe estar impregnada y condicionada por ella. Debido a la entrada de las TIC en los ambientes académicos, Mishra y Koehler (2009) amplían la idea de Shulman e integran las TIC como un elemento más, desarrollando el modelo TPACK como un marco conceptual que puede orientar a los docentes para integrar las llamadas TIC en el proceso de enseñanza, según se observa en la Figura 1.

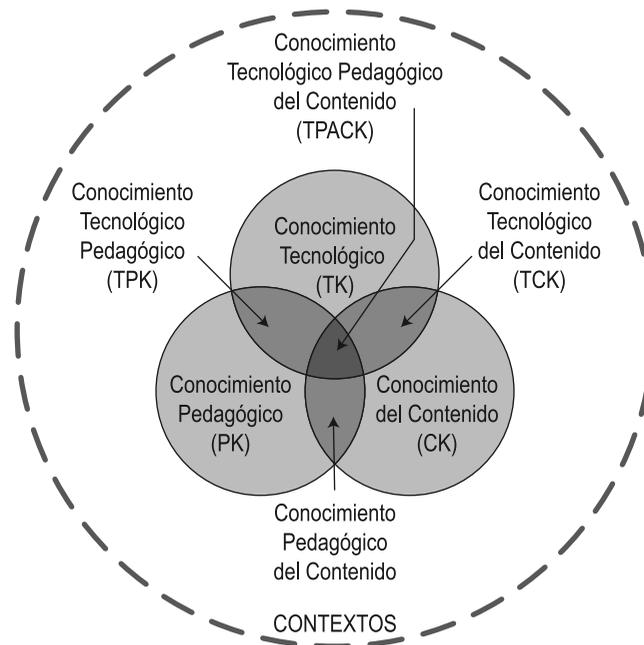


Figura 1: Modelo TPACK (Mishra & Koelher, 2006)

Los autores del modelo explican que, para que eso ocurra, es necesario partir de una serie de premisas: a) enseñar con tecnología es un problema complejo b) los problemas complejos requieren de soluciones creativas, c) los profesores son quienes hacen y desarrollan el diseño instruccional. El profesor debe articular los tres tipos de conocimientos propuestos en el modelo (disciplinar, pedagógico y tecnológico) de manera que esta interacción suponga una mejora real de la calidad de la enseñanza, integrando para ello los tres ejes en que se basa el modelo. Para implementar el modelo TPACK, se deben desarrollar estrategias basadas en la propuesta de dicho modelo y en un proceso de toma de decisiones. Esto implica que el docente debe seleccionar los objetivos de aprendizaje de la materia que se va a impartir y diseñar estrategias de enseñanza que incluyan tecnologías adecuadas para propiciar aprendizajes verdaderos.

De la reflexión teórica al abordaje de enseñanza

La reflexión teórica nos permitió fundamentar la necesidad de una reestructuración y jerarquización de contenidos desde la necesidad de una integración entre Estadística y la Teoría de Probabilidades en el sentido de Hans van Buren (2010) que afirma que deben enseñarse con un enfoque integrado. Partiendo de las preguntas: “qué enseñar?” y “para qué?” debimos tomar decisiones curriculares, pedagógicas y tecnológicas tal como describe la Figura 2 y adecuamos un diseño curricular propiciando el análisis de datos y el estudio de casos como estrategia para promover aprendizajes significativos e introducir a los estudiantes en problemas de solución abierta y de carácter complejo que bien podrían presentarse en su futuro profesional.

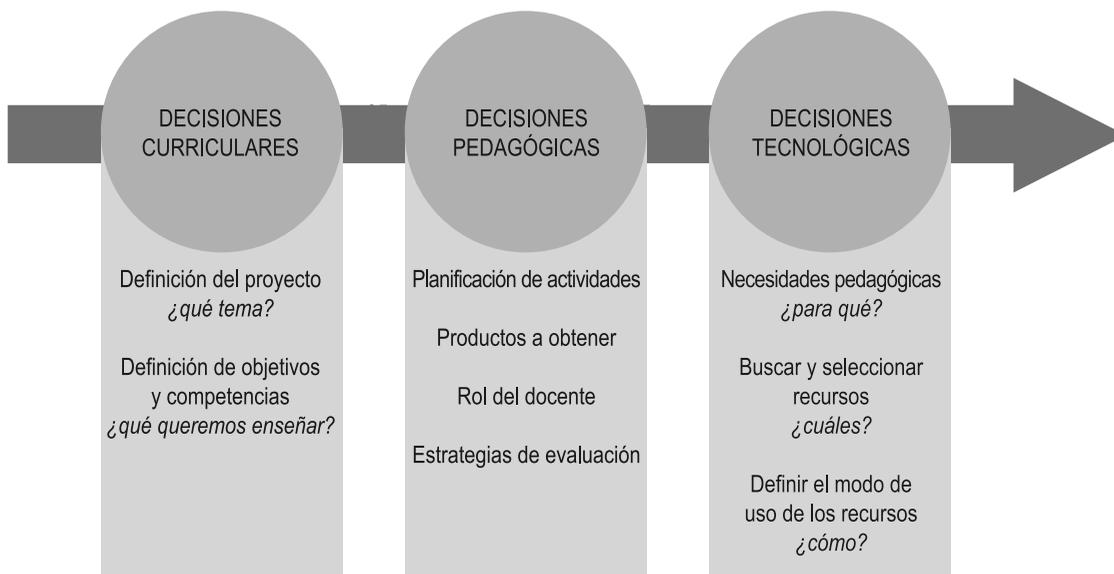


Figura 2

El diseño curricular mediado por TIC fue puesto a prueba durante el año 2015 en todos los cursos de Probabilidad y Estadística de las carreras de Ingeniería de la UTN Regional Avellaneda.

Articulación de contenidos y aprendizaje significativo

La idea de incorporar nuevos contenidos al programa de la asignatura fue un desafío: estas acciones no podían provocar la necesidad de excluir a otros. La estructuración del diseño curricular vigente, que incluía las unidades temáticas Probabilidad, Variables aleatorias, Estimación de parámetros y Test de hipótesis, no ofrecía una articulación entre Probabilidad y Estadística. Partimos de una premisa: los nuevos contenidos debían articular con los vigentes para promover aprendizajes significativos. En tal sentido, en el ciclo lectivo 2015, decidimos incluir contenidos de Estadística Descriptiva, como primera unidad temática, sin que esto provocase la exclusión de algún bloque temático del anterior diseño curricular. La decisión de incorporar una introducción al análisis exploratorio de datos no fue solamente de carácter curricular sino también una decisión pedagógica para mejorar el abordaje del estudio de la Teoría de la Probabilidad y del aspecto Inferencial de la Estadística. El estudio de resúmenes estadísticos como la frecuencia relativa, contribuyó a que los estudiantes construyeran luego el concepto de probabilidad y resultó de anclaje para el aprendizaje del principio de estabilidad de las frecuencias relativas, fundamental para la comprensión de la definición frecuencial de probabilidad.

Comprobamos también que el trabajo con medidas de posición y de variabilidad en el análisis exploratorio de datos favoreció luego para construir el concepto de estimación de parámetros y el aprendizaje de contraste de hipótesis estadísticas. Con este abordaje de enseñanza los estudiantes lograron diferenciar los conceptos de parámetros poblacionales y variables muestrales, un obstáculo que se presenta frecuentemente a los alumnos.

En la enseñanza de conceptos de estadística descriptiva, se implementó un diseño instruccional durante un período de tres clases de tres horas cátedra en todos los cursos de la asignatura realizadas en el laboratorio de computación: esto es, diez divisiones con un total de 360 estudiantes.

Para la intervención pedagógica, se elaboró un material didáctico para usar en la clase a modo de aula taller. El material para los estudiantes incluía una guía de ejercitación impresa/digital, un archivo con tutoriales para el trabajo en EXCEL y una matriz de datos en EXCEL para trabajar en cada uno de los problemas propuestos en la guía. Los docentes también utilizaron presentaciones para desarrollar algunos conceptos.

En el primer encuentro el docente a cargo del curso hizo una introducción para dar una visión global del concepto de Estadística relacionándola con la Teoría de Probabilidades. Partiendo de las preguntas: “¿qué enseñar?” y “¿para qué?” construimos un diseño curricular propiciando el análisis de datos como estrategia de enseñanza. Para indagar los conocimientos previos de los estudiantes se les propuso resolver una actividad en grupos. Luego del espacio de discusión, se realizó la puesta en común y se analizaron las distintas respuestas que permitieron acordar conclusiones. Según pudimos corroborar, la tarea fue realizada sin dificultades por los estudiantes. Una vez finalizada la actividad, se abordaron los nuevos contenidos incorporando EXCEL al trabajo.

Para evaluar los contenidos de dicha unidad, se les propuso a los estudiantes un caso de estudio para resolver en grupos: los estudiantes contaron con un lapso de 3 semanas para realizar el TP integrador. Durante ese período, contaron con distintos canales para realizar consultas (en forma presencial o en forma virtual) a través de diversas herramientas como mensajería y foros del aula virtual, correo electrónico, grupos de Facebook y clases de consultas presenciales

La corrección del trabajo práctico integrador fue llevada a cabo por los auxiliares docentes bajo la guía del profesor. Los alumnos recibieron las devoluciones para hacer modificaciones en caso de que fuera necesario.

A modo de reflexión, y para comenzar a hacer ajustes de nuestro diseño, podemos ensayar algunas afirmaciones:

i. Observamos que, en su gran mayoría, los estudiantes involucrados en este estudio no están habituados a abordar problemas con respuestas abiertas que requieran un análisis que se desprenda del estudio de los resultados obtenidos a partir del cálculo.

ii. es importante destacar también, la predisposición y motivación de los estudiantes que redundó en la participación y en el trabajo activo en cada uno de los encuentros.

Luego de las devoluciones a los grupos, se fijó una fecha para la defensa oral de los trabajos para que cada grupo pudiera explicar el informe y que se plantearan las dificultades y sus opiniones sobre la modalidad de trabajo.

Otras formas de abordar el estudio de la Probabilidad

El abordaje tradicional de la teoría de probabilidades hace hincapié en el modelo axiomático desvinculándolo del abordaje frecuencial. A partir de esto se suceden definiciones y propiedades y problemas mixtos, en muchos casos ficticios, que permiten combinar los conceptos que se desarrollan. Se cierra la primera parte con el desarrollo de las variables discretas y continuas.

Algo que no se puede perder de vista es que el desarrollo de la teoría de probabilidad “encubre” el uso de muchos conceptos que los estudiantes tienen incorporados como los porcentajes, los “porcentajes de otros porcentajes” para la probabilidad condicional, las mezclas en el teorema de la probabilidad total. Cuando presentamos los conceptos desde las definiciones y propiedades, observamos que muchos estudiantes podían resolver los problemas propuestos, pero, según ellos, “sin aplicar lo aprendido”. Nos propusimos entonces ir desde sus conocimientos adquiridos hacia los conceptos de la teoría presentando, al inicio de la unidad, una batería de menos de diez

problemas simples que incluyen tablas de doble entrada, axiomas de probabilidad, propiedades, probabilidad condicional, Teorema de Bayes e independencia que se les entrega para resolver en grupos luego de presentar solamente la definición clásica y vincularla con el concepto de frecuencia relativa. En este desarrollo descubrimos que los estudiantes pueden resolverlos a veces con cálculos simples, gráficos, dibujos, mientras que los conceptos de la unidad desarrollada surgen en las discusiones a partir de las formas de resolución que utilizan los estudiantes para abordar los problemas. A partir de una tabla de doble entrada verificamos la diferencia entre $P(B/A)$ y $P(A/B)$, error frecuente en los problemas de probabilidad condicional. Ciertos conceptos como valor medio y varianza se abordan en relación con las definiciones estadísticas usando analogías. Las distribuciones de probabilidad se presentan a partir del experimento aleatorio que las caracteriza y la variable aleatoria (definición del modelo) y luego se resuelven problemas simples más vinculados con aplicaciones reales de los modelos.

Sobre la articulación de contenidos

En el marco de nuestra propuesta se planteó una actividad de articulación horizontal con la cátedra de Informática II de la carrera de Ingeniería Electrónica en uno de los cursos comunes a ambas asignaturas. Para esto los docentes de ambos cursos acordaron un trabajo práctico integrador de programación en lenguaje C de acuerdo a los temas dictados luego de las primeras semanas de cursada, con algunos de los conceptos abordados en el curso de Probabilidad y Estadística expuestos en ese mismo período sobre Técnicas de Conteo y modelos de distribución de Probabilidad para variables aleatorias discretas (particularmente distribución Binomial).

Este trabajo conjunto tuvo como propósito poder relacionar los temas de Probabilidad y Programación, tener una herramienta de cálculo desarrollada por los mismos alumnos, aplicar los conocimientos de informática a cuestiones reales e integrar los temas vistos hasta el momento en un solo programa. Como resultado de este trabajo práctico los alumnos de Informática II desarrollaron un compilado ejecutable en C que permite realizar el cálculo explicado en Probabilidades y Estadísticas. Dicho ejecutable fue evaluado por los docentes de Probabilidad para verificar el correcto funcionamiento del programa, superada esa instancia se dio por aprobada dicha práctica en ambos cursos. El objetivo de esta articulación es lograr que el alumno desarrolle sus propias herramientas mediante el uso de programación en lenguaje C para utilizarlos en el estudio de otras asignaturas como, en este caso, para los cálculos a realizar en la cátedra de Probabilidad y Estadística.

Sobre las opiniones de los estudiantes

Para relevar información sobre las opiniones de los estudiantes sobre la modalidad de trabajo, adaptamos el cuestionario MLSQ y desarrollamos un instrumento que fue respondido por los alumnos a través de un cuestionario en línea. Las respuestas obtenidas nos permitieron obtener información importante. El 66,7% de los estudiantes respondió que no tuvo dificultades para trabajar los contenidos de Estadística Descriptiva (incorporados a la asignatura) con software, un 77,8% expresó que los materiales didácticos facilitados para el desarrollo de las actividades en el laboratorio de computación le resultaron útiles como apoyo al aprendizaje.

Respecto de la utilidad de dichos recursos, algunas de las respuesta de los estudiantes fueron las siguientes:

- “son herramientas que uso habitualmente en mi espacio laboral”
- “se pueden ver mejor los resultados y se pierde menos tiempo al tener la computadora para facilitar los cálculos”
- “me sirvió para saber cómo utilizar EXCEL, ya que no lo usaba desde la primaria”
- “los apuntes son muy completos y de mucha utilidad”
- “por primera vez utilizo planilla de cálculos y no me pareció difícil”
- “está explicado de una manera muy dinámica y con buenas bases teóricas”
- “son muy útiles a la hora de repasar los contenidos”
- “el material me ayudo a desempeñarme a la perfección ante las actividades planteadas”

Es importante señalar que solamente un 8,33% tuvo dificultades para comprender el material de estudio. También observamos que 69,23% afirma no haber tenido dificultades para resolver las tareas propuestas y solamente un 7,69% considera que las tareas propuestas carecen de interés.

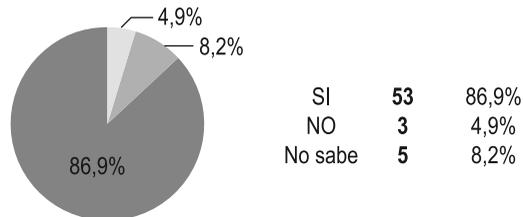


Figura 3 : Opiniones sobre la utilidad de los canales de comunicación

También resulta importante para nuestra cátedra indagar si la modalidad de cursada y las estrategias implementadas en la asignatura, pueden producir avances sobre el conocimiento de los estudiantes sobre su propio desempeño. Un 93,10% de los estudiantes es consciente de la utilidad de los contenidos de la asignatura en su futuro rol profesional y más del 65% considera que los contenidos son importantes.

Al indagar si la forma de abordaje utilizada como estrategia para el aprendizaje fue utilizada en otras asignaturas, un 80,3% respondió en forma negativa, tal como se muestra en la Figura 4.



Figura 4 : Respuestas de los estudiantes sobre las analogías en la enseñanza con otras asignaturas.

CONCLUSIONES

Con la inclusión de TIC para abordar la enseñanza de la Estadística, se introduce la posibilidad de evolucionar didácticamente desde la algoritmia hacia el análisis de los datos: la posibilidad de procesar más datos con algún software como EXCEL o INFOSTAT, o la opción de utilizar apps de celulares que simplifiquen algunos cálculos, permite trabajar en contextos más cercanos a la realidad, efectuar comparaciones, formular hipótesis y tomar decisiones sobre poblaciones de estudio acercándose de esta manera a los métodos científicos usados en los grupos de investigación y no a los recortes didácticos de los problemas de los libros de texto. Pensamos que, trabajar en este sentido en asignaturas del tronco de las materias básicas permite no solamente abordar contenidos que permitan el aprendizaje de las tecnologías básicas y aplicadas, sino también promover modos de pensamiento relacionados con la futura práctica profesional del ingeniero. Esto a su vez, requiere de nuevas estrategias de abordaje. A partir de esta experiencia pudimos comprobar cómo los estudiantes logran analizar gran caudal de información, elaborar informes fundamentados por métodos estadísticos y además, pueden reconocer su propio desempeño académico. Esto último, a través de los datos que brindan sus percepciones, nos permite además repensar nuestra práctica docente. Por los primeros resultados obtenidos, podemos afirmar que nuestra propuesta, que propicia una reestructuración de contenidos y nuevos abordajes de enseñanza, puede resultar un aporte importante para promover aprendizajes significativos de los estudiantes.

REFERENCIAS

- Ausubel, D. y Novak, J. (2009) *Psicología educativa, un punto de vista cognitivo*. México: Trillas
- Barrio del Castillo, I. (2012). El estudio de casos, *Métodos de Investigación educativa*. recuperado el 1 de junio de 2015 de https://www.uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/InvestigacionEE/Presentaciones/Est_Casos_doc.pdf
- Chrobak, R. (1997) An instructional model for the teaching of physics, based on a meaningful learning theory and class experiences, *Investigações em Ensino de Ciências – V2(2)*, pp. 105-121, recuperado el 1 de mayo de 2016 de http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID30/v2_n2_a1997.pdf
- Chrobak, R. (2006) *La metacognición y las herramientas didácticas*. Neuquén: UNCOMA
- Mishra, M., Koehler, M. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Mishra, M., Koehler, M. (2009) TPACK, Recuperado el 1 de marzo de 2016 de <http://www.tpack.org/>
- Moreira, M., (2000) *Meaningful learning: a subjacent concept*, UFRGS, Porto Alegre, recuperado el 30 de abril de 2016 de de
- Novak, J. y Gowin, D. (1988): *Aprendiendo a aprender*. Barcelona, Martínez Roca
- Van Buuren, Hans. (2006). *Teaching statistics and research methods: an integrated approach*. Universiteit Nederland. Países Bajos. ICOTS-7