

Omnia Año 21, No. 2 (mayo-agosto, 2015) pp. 96 - 104
Universidad del Zulia. ISSN: 1315-8856
Depósito legal pp 199502ZU2628

La ingeniería didáctica en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la estadística

*Saúl Enrique Vides Gómez**
*y Jhonny Antonio Rivera Vergel***

Resumen

En este artículo se presenta el problema del aprendizaje de los conceptos estadísticos. Particularmente se considera en su interpretación y aplicación a situaciones prácticas; de tal forma, que para abordarlo se propone el diseño y establecimiento de situaciones didácticas entre un grupo de alumnos y un profesor que usa un medio didáctico, incluyendo los problemas, materiales e instrumentos; con el fin específico de ayudarlos a superar las dificultades y logren reconstruir los conceptos de una manera apropiada. La metodología para apoyo se sustenta en la Ingeniería Didáctica, caracterizada por un esquema basado en las "realizaciones didácticas" en clase, de Brousseau; es decir, sobre la concepción, realización, observación y análisis de secuencias de enseñanza, para el aprendizaje de los conceptos estadísticos por parte de alumnos con dificultades para su interpretación y aplicación a situaciones institucionales. Los resultados que se obtengan en esta investigación corresponderán a modelos desde los cuales se pueda pensar la enseñanza de la Estadística como un proceso centrado en la producción de los conocimientos estadísticos en el ámbito de las instituciones educativas. Este estudio se dirige a alumnos de Educación Superior del programa de Ingeniería de las instituciones oficiales y se busca desarrollarlo para hacer del proceso enseñanza-aprendizaje de la Estadística más eficaz.

Palabras clave: Ingeniería Didáctica, realizaciones didácticas, enseñanza de la Estadística, conceptos estadísticos, situaciones institucionales.

* Doctor en Ciencias Humanas. Magíster Scientiarum en Matemática Aplicada: Área Matemática. saulvides@hotmail.com

** Doctor en Ciencias Humana. Magíster Scientiarum en Matemática Aplicada: Área Matemáticas jhorive@hotmail.com

Didactic engineering in the process of teaching and learning statistics

Abstract

In this paper the problem of learning of statistical concepts is presented. Particularly considered in its interpretation and application to practical situations; so that to tackle it proposes the design and development of didactic situations among a group of students and a teacher who uses a teaching tool, including problems, materials and instruments; specifically to help them overcome difficulties and achieve reconstruct the concepts in an appropriate manner. The methodology for support is based on the Teaching Engineering, characterized by an approach based on “educational achievements” in class, Brousseau scheme; on the design, implementation, monitoring and sequence analysis of teaching, learning of statistical concepts by students with difficulties in interpretation and application of institutional situations. The results obtained in this study correspond to models from which you can think of the teaching of statistics as a process focused on the production of statistical knowledge in the field of educational institutions. This study is aimed at students of Higher Engineering program of official institutions Education seeks to develop the teaching - learning process in the most effective Statistics.

Key words: Teaching Engineering, educational achievements, teaching of statistics, statistical concepts, institutional situations.

Introducción

Investigaciones realizadas en Educación Estadística para Educación Superior muestran que los alumnos presentan serias dificultades para comprender los conceptos estadísticos fundamentales; en donde se afirma que estos son sencillos desde un punto de vista matemático, pero existen numerosas dificultades de tipo filosófico ligadas a la interpretación, y su aplicación a situaciones prácticas. Las dificultades epistemológicas se reproducen con frecuencia en el aprendizaje de los alumnos (Batanero, 2001). Por ejemplo adquirir competencias conceptuales de la distribución de Poisson resultada en un aprendizaje memorístico del algoritmo para explicar fenómenos de esa naturaleza. Esta realidad hace necesario, para el profesor, producir situaciones didácticas que propicien el aprendizaje significativo de este tipo de distribución estadística, en otras palabras adaptar este concepto a las capacidades cognitivas de los participantes. Los programas de Ingeniería donde la Distribución de Poisson es enseñada mediante estrategias tradicionales por el profesor de Estadística, podría conducir a este tipo de aprendizaje en los participantes.

La propuesta para producir un modelo teórico del mencionado problema acoge la metódica denominada Ingeniería Didáctica. La ejecución de esta última es en cuatro fases: la fase 1 de análisis preliminar, la fase 2

de concepción y análisis a priori de las situaciones didácticas de la ingeniería, la fase 3 de experimentación y finalmente la fase 4 de análisis a posteriori y evaluación (Escalona, 2001). En este informe, para la obtención del modelo teórico se usa la primera fase. Los análisis preliminares o fase 1 en este trabajo corresponden al estudio documental de las concepciones en situaciones de aula correspondientes a la asignatura Estadística en el nivel de Educación Superior. Este análisis se ubicó en un plano: a) epistemológico, en problemas relacionados con el surgimiento y desarrollo de la teoría para la enseñanza-aprendizaje de la Estadística, y; b) cognitivo, en la producción de representaciones externas y, nivel de manejo de las justificaciones.

Uno de los objetivos en didáctica de la Estadística es estudiar los fenómenos didácticos (Vides, 2015), en particular la interpretación de conceptos que acontecen en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Estadística; para lo cual, se adopta una perspectiva teórica que se sitúa tanto en el programa cognitivo como en el epistemológico, haciéndose énfasis en lo social. Con el primero se comparte la preocupación por los procesos cognitivos del sujeto desde un punto de vista semiótico, como pueden ser la construcción de los significados personales o la interpretación de los símbolos puestos en juego. En cuanto al segundo, se asume la tesis del programa epistemológico, el cual afirma que en el estudio de los problemas didácticos del aula es fundamental problematizar el propio conocimiento matemático; es decir, no considerarlo como transparente (Contreras y Ordoñez, 2006).

Por otra parte la Estadística es vista aquí como una producción social; es decir, bajo la socioepistemología del Dr. Ricardo Cantoral, donde el saber estadístico resulta funcional en las dimensiones cognitiva, didáctica, epistemológica y social; haciendo énfasis en que la práctica social es la que genera el conocimiento; teniendo en cuenta el papel que los escenarios históricos, culturales e institucionales desempeñan en la actividad humana al momento de producir un conocimiento. Para esta teoría el conocimiento es relativo al contexto y a la situación, en la que, obviamente, la semiótica juega un papel determinante.

Debe entenderse en esta propuesta de investigación, que las prácticas cotidianas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Estadística en el aula conduce a los alumnos a elaborar una representación interna acerca de aquello que está permitido y aquello que no es posible, con relación a cierta cuestión matemática. De ahí que, el trabajo del profesor consiste en proponerle al alumno una situación de aprendizaje para que produzca sus conocimientos como respuesta personal a una pregunta y los haga funcionar o los modifique como respuesta a las exigencias del medio y no a un deseo del profesor (Sadovsky, 2005). Esta realidad hace necesaria la implementación de la teoría de las situaciones didácticas de Brousseau, donde el profesor busca provocar en el alumno los conflictos que lo lleven a la construcción del conocimiento estadístico; dándose cuatro fases, de tal forma que el alumno interactúe con el ambiente y lo-

gre la evolución de las nociones originales. Según sean las relaciones se definen situaciones de: a) Acción, que corresponden a la interacción entre alumnos y el medio físico. El esquema de la dialéctica de la acción corresponde a una suerte de toma de decisión del alumno para organizar la actividad, escogiendo aquella que enriquezca el modelo para resolver problemas y abandonando para el caso contrario; b) Formulación, cuyo objetivo es la comunicación de informaciones, entre alumnos; c) Validación, en la que se trata de convencer a uno o varios interlocutores de la validez de las afirmaciones que se hacen, y; Institucionalización, destinadas a establecer convenciones sociales (Escalona, 2001).

La estadística su enseñanza y aprendizaje

Las razones para el interés hacia la enseñanza de la estadística, dentro de la Educación Matemática han sido repetidamente señaladas por diversos autores, desde comienzos de la década de los ochenta, y viene ligado al rápido desarrollo de la Estadística como ciencia. Y como útil, en la investigación, la técnica y la vida profesional, impulsado por la difusión de los ordenadores, el crecimiento de su potencia y rapidez de cálculo y las posibilidades de comunicación. Todo ello ha facilitado el uso de la Estadística por un número creciente de personas, provocando una gran demanda de formación básica de este dominio del conocimiento. Es por esto que, la Estadística se ha incorporado, en forma generalizada al currículo de Matemáticas de la enseñanza primaria y secundaria y, de las diferentes especialidades universitarias en los países desarrollados; impulsado la investigación y el desarrollo curricular en el campo específico de la Estadística (Batanero, 2001).

La estadística puede ser aplicada a la realidad tan directamente como la aritmética elemental puesto que no requieren técnicas matemáticas complicadas, cuando se trabaja la denominada Estadística Descriptiva. Por sus muchas aplicaciones, proporciona una buena oportunidad de mostrar a los estudiantes las aplicaciones de la matemática para resolver problemas reales; siempre que su enseñanza se lleve a cabo mediante una metodología heurística y activa, y; mientras que los conceptos estadísticos son sencillos. Desde un punto de vista matemático, existen numerosas dificultades de tipo filosófico ligadas a la interpretación de los conceptos complejos y su aplicación a situaciones prácticas y las dificultades epistemológicas se reproducen con frecuencia en el aprendizaje de los alumnos (Batanero, 2001).

La Estadística, a pesar de contar con una axiomática satisfactoria, es quizás la única rama de las matemáticas donde prosiguen hoy día las discusiones sobre la interpretación de conceptos básicos y los problemas que la axiomatización no ha resuelto se refieren a las posibilidades de aplicación de los conceptos estadísticos y la interpretación de los mismos en diferentes circunstancias (Batanero, 2001).

La ingeniería didáctica. Producciones de situaciones de enseñanza y aprendizaje

Se propone para llevar a cabo esta investigación la ingeniería didáctica en su fase de análisis preliminar. El núcleo se caracteriza, porque ve el proceso de enseñanza aprendizaje como un sistema complejo. Según Artigue (1995), hay dos tipos de interacciones: sujeto/medio y alumno/profesor, y que no pueden concebirse de manera independiente y se destaca la intencionalidad del profesor por lograr un objetivo de enseñanza previamente establecido y esto se logra a través del conjunto de relaciones establecidas entre los alumnos, un cierto medio (instrumentos u objetos) y el profesor con el fin de conseguir que alumnos se apropien de un saber constituido en vía de constitución y finalmente institucionalizarlo. Para la implementación de esta metodología se propone las siguientes fases:

1. Diseñar una secuencia de enseñanza, después de un estudio inicial, caracterizado por una revisión epistemológica, cognitiva y didáctica del concepto estadístico, basada en el uso de ordenadores, resolución de problemas, trabajo cooperativo y en grupo y, describir el cambio que producen estos en el significado de los conceptos estadísticos a los estudiantes (Análisis preliminares).
2. Realizar una primera revisión de la secuencia didáctica en un grupo determinado de alumnos, dentro de situaciones de aula en cursos de Estadística (Análisis a priori).
3. Construir instrumentos de indagación adaptados a la naturaleza del curso de Estadística propuesto. Estos permitirán recoger el significado construido por los alumnos al finalizar el mismo; es decir, analizar el conjunto de datos recogidos tales como las observaciones realizadas de las secuencias de enseñanza y las producciones de los alumnos (Experimentación).
4. Análisis de los resultados de la experimentación (Análisis a posteriori). Comparar los resultados del análisis a priori y a posteriori (Validación de la ingeniería).

En este trabajo se presenta la fase 1. En la misma se elabora el modelo teórico que sustenta la secuencia didáctica. Finalmente se produce la secuencia de enseñanza para el concepto estadístico mediante una revisión epistemológica, cognitiva y didáctica.

A continuación se muestra una síntesis del marco teórico basado en el "Enfoque Socioepistemológico", desarrollado por Cantoral (2000), Farfán (2009) Camacho (2006). Conjuntamente con la Teoría de las Funciones Semióticas (Godino, 2003).

La socioepistemología modela la construcción social del saber matemático. Este saber resulta funcional en las dimensiones cognitiva, didáctica, epistemológica y social. La práctica social es la que genera el conocimiento, teniendo en cuenta el papel que los escenarios históricos, culturales e institucionales desempeñan en la actividad humana al mo-

mento de producir un conocimiento. Para esta teoría el conocimiento es relativo al contexto y a la situación y su núcleo es la práctica social; es decir, la actividad matemática, no está separada del sistema cultural. Sus fases y validación de resultados son:

1. Determinación de las prácticas sociales en la construcción del saber matemático: Todo conocimiento obedece a una necesidad de naturaleza práctica, ya que los historiadores de la ciencia evidencian que algunas nociones matemáticas y en consecuencia de la estadística no provienen de abstracciones. Es por esto que (Méndez, 2010) expresa que la estadística está encargada de descubrir patrones y estructuras en la naturaleza, de desenterrar relaciones que desafían la percepción normal y de proveer al alumno de herramientas poderosas para que mejore el entendimiento del mundo que lo rodea.
2. Crear situaciones asociadas al saber matemático de acuerdo a las prácticas sociales identificadas: Una vez reconocido el origen social del conocimiento matemático a través de sus prácticas asociadas, éstas se introducen en el sistema didáctico por medio de una serie de situaciones matemáticas que ellos puedan vivir y en las cuales el conocimiento en cuestión aparezca como una solución a dichos problemas. Entendido esto en el campo de la estadística según (Godino, 1999) como la de articular de manera coherente y productiva las cuestiones epistemológicas sobre la naturaleza cultural del conocimiento estadístico, con las relativas a la génesis personal de tales conocimientos. En consecuencia, el centro de atención es el estudio de las relaciones dialécticas entre lo epistemológico y lo cognitivo que tienen lugar en los procesos de instrucción estadística y por ello los alumnos deben tener oportunidad de poner en práctica la actividad estadística, pero también de conocer y dominar los productos culturales estadísticos que otras personas han elaborado como resultado de su propia actividad.
3. Institucionalización del saber matemático: El significado institucional se toma como referencia para la construcción de los instrumentos de evaluación y para analizar sus resultados e inferir las características del significado personal del objeto de estudio por el grupo de alumnos. Según (Batanero, 1998) al tratar de resolver los alumnos ciertas clases de problemas, en este caso de estadística, estos construyen un significado personal de los objetos estadísticos implicados y cuando entran a formar parte de una cierta institución (por ejemplo, la universidad) puede ocurrir que las prácticas adquiridas individualmente entren en conflicto con las admitidas para dicho objeto estadístico en el seno de la institución. El significado institucional de un concepto estadístico es presentado a los alumnos en la situación didáctica o de enseñanza compuesta de problemas estadísticos reales para resolver de forma grupal e individual.

Validación de Resultados

Se evalúa la institucionalización del saber matemático asociado a las prácticas sociales a través de cuestionarios para resolver en forma grupal e individual y evaluaciones escritas; que propicien la reflexión sobre los conceptos estadísticos, permitan la ejercitación de las diversas representaciones, técnica, tipos de argumentación, y en donde se califica o mide el acoplamiento entre los elementos del significado personal (social) y el institucional.

Con respecto a la teoría de las funciones semióticas, esta expresa que en el trabajo matemático, los símbolos (significantes) remiten o están en lugar de las entidades conceptuales (significados). El punto crucial en los procesos de instrucción matemática no es el dominio de la sintaxis del lenguaje simbólico matemático; aunque ésta sea también importante. Para los procesos didácticos son trascendentales la comprensión de su semántica y pragmática; es decir, la naturaleza de los propios conceptos y proposiciones matemáticas y su dependencia de los contextos y situaciones – problemas de cuya resolución provienen. Además, es necesario elaborar modelos teóricos que traten de articular las dimensiones semiótica (en sus aspectos sintácticos, semánticos y pragmáticos), epistemológica, psicológica y sociocultural en educación matemática (Godino, 2003).

Conclusiones

En esta propuesta de investigación las teorías socioepistemológica y ontosemiótica con llevan a la construcción de conceptos estadísticos. La primera teoría promueve la búsqueda en la historia de las prácticas sociales el origen de un concepto estadístico. La misma contribuye al diseño de las situaciones didácticas, para dar significado al problema estadístico que se trata de resolver. La segunda teoría da importancia a las representaciones simbólicas hechas por los estudiantes a través de la comprensión de su semántica, esto permitirá validar los aprendizajes después de aplicada la secuencia didáctica.

En el campo de la ingeniería didáctica, el profesor busca provocar en el alumno los conflictos que lo llevan a la construcción del conocimiento estadístico. En este proceso de construcción el alumno interactúa con el ambiente y va logrando la evolución de las nociones originales.

En el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta investigación la actividad matemática estadística se modeliza a partir de la noción de “situación fundamental”, que es un conjunto de situaciones específicas de conocimiento que permiten engendrar un campo de problemas (los cuales proporcionan una buena representación de conocimiento) y en el proceso de construcción del conocimiento los estudiantes generan procedimientos, algoritmos y concepciones que pueden formar parte del saber estadístico reconocido socialmente.

El profesor crea y propone a los alumnos situaciones estadísticas que ellos puedan vivir, que provoquen la emergencia de verdaderos problemas estadísticos y en los cuales el conocimiento en cuestión aparezca como una solución óptima a dichos problemas, con la condición adicional que dicho conocimiento sea construible por los alumnos.

La descripción de los papeles que desempeña el profesor y los alumnos en esta investigación en el marco de las teorías socioepistemológica y ontosemiótica dejan ver la actividad del profesor representada en tres niveles: organización, devolución e institucionalización, y la actividad de los alumnos en los niveles de acción, formulación y validación.

Se pretende finalmente elaborar modelos teóricos que traten de articular las dimensiones semiótica (en sus aspectos sintácticos, semánticos y pragmáticos), epistemológica, y sociocultural en educación estadística.

Referencias bibliográficas

- Artigue, Michèle (1995). *Ingeniería Didáctica en Educación Matemática*. Bogotá. Grupo Editorial Iberoamérica S.A. de C.V., pp 33-59.
- Batanero, Carmen (2014). **Significado y comprensión de la distribución normal en un curso introductorio de análisis de datos**. www.ugr.es/~batanero/.../Cuadrante.pdf. (2001a).
- Batanero, Carmen (2001b). **Didáctica de la Estadística. España. Grupo de Investigación en Educación Estadística**, pp 3-7.
- Camacho R., Alberto (2006). **Socioepistemología y prácticas sociales**. México. Editorial Santillana, pp. 133-160.
- Cantoral, Ricardo (2013). **Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa**. España. Editorial Gedisa, S.A., pp 95-177.
- Contreras, y Ordoñez (2006). **Complejidad ontosemiótica de un texto sobre la introducción a la integral definida**. México. Revista Latinoamericana de Investigación en matemática educativa. Relime vol. 9 Número 1.
- Escalona, María (2001). **Procesos cognitivos visuales y las intuiciones matemáticas y probabilísticas**. Maracaibo. Tesis doctoral. 264 pp.
- Farfán, Rosa (2003). **Matemática Educativa: Una visión de su evolución**. Medellín. Revista Educación y Pedagogía. Vol. XV No. 35, pp 201-214.
- Godino, Juan (1999). **Análisis epistémico, semiótico y didáctico de procesos de instrucción matemática**. España. III Simposio de la SEIEM, pp 8-9.
- _____ (2003). **Un enfoque ontológico-semiótico de la cognición e instrucción Matemática**. España. Servicio de reprografía de la Facultad de Ciencias, pp 9-117.
- Godino, Juan, Batanero, Carmen y Font, Vicenç (2007). **La ontosemiótica, un enfoque de la Investigación en educación matemática**. España. The International Journal on Mathematics Education, Vol. 39 No. 1-2, pp 127-135.

- Méndez R, Ignacio (2010). **Enseñanza de la Estadística como parte de la Metodología de Investigación**. Colombia. Simposio de Estadística.
- Sadovsky, Patricia (2005). **La teoría de las situaciones didácticas: un marco para pensar y actuar la enseñanza de la Matemática**. Buenos Aires. Editorial Libros del Zorzal, 128 pp.
- Vides, Saúl (2015). **Los procesos socioepistemológicos de la Distribución de Poisson en estudiantes de ingeniería**. Maracaibo. Propuesta Tesis Doctoral. 39 pp.