

Funcionalidad del constructivismo aplicado en un entorno ingenieril y estadístico

Miguel Ángel Márquez Elías

En este estudio se desarrolla la cuestión del diseño y aplicación de un proceso de enseñanza de carácter constructivista, referente a un curso dirigido a ingenieros industriales estadísticos en el nivel educativo terciario; asimismo, se revisan los resultados obtenidos. Los elementos involucrados en el diseño fueron: (1) antecedentes curriculares, (2) resolución de proyectos, (3) trabajo en grupos colaborativos, (4) evaluación por rúbricas, (5) autoevaluación, y (6) comunicación de resultados. Los resultados sugieren que esta forma de instrucción es altamente motivadora, desarrolla habilidades relevantes en los estudiantes de acuerdo a su perfil profesional, les permite madurar cognitivamente a la vez que los aprendizajes previos fructifican en otra dimensión: la aplicada.

Los ingenieros industriales estadísticos en la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) cursan alrededor de dieciocho materias relacionadas con la estadística, desde talleres de estadística elemental hasta procesos estocásticos¹ y confiabilidad antes de participar, en el octavo semestre de su instrucción, en un seminario de estadística en el que desarrollan investigación haciendo uso de su conocimiento previo, no sólo estadístico y matemático sino de ingeniería, resolviendo proyectos en un ambiente activo con un enfoque constructivista. En seguida se esbozan antecedentes acerca de la corriente que favorece las nuevas pedagogías para formar y educar en estadística, después se muestra el diseño base del desarrollo del seminario. Se culmina con una reflexión acerca de resultados obtenidos de su aplicación.

En cuanto al aprendizaje de la estadística, desde hace unos treinta años se ha desarrollado investigación acerca de una instrucción centrada en las nuevas pedagogías, básicamente constructivistas (Kapadia y Borovcnick, 1991; Shaughnessy, 1992; Garfield, 1995; Moore, 1997; Garfield y Ben-Zvi, 2008). Al mismo tiempo, una fuerte corriente epistemológica sostenida por estadísticos asume que la estadística no es matemática, dado su carácter es eminentemente aplicada en procesos en que interviene el azar, y posee un tipo de pensamiento especial que involucra su uso (Moore, 1998; Higgins, 1999; Chatterjee, 2003). En cuanto a las matemáticas, igualmente se ha insistido en su enseñanza y aprendizaje mediante actividades activas (Freudenthal, 1991; National Council of Teachers of Mathematics, 2000). La ingeniería de por sí es

1 Proceso estocástico o aleatorio se refiere a un fenómeno cualquiera que ocurre dinámicamente en el tiempo, sujeto al azar, pero predecible según sus posibles resultados a través de probabilidades.

una ciencia aplicada. El principio en el que convergen las diferentes posturas de constructivismo, según Díaz Barriga y Hernández (2002), es el de la actividad mental constructiva del alumno en la realización del aprendizaje. Los rasgos y tareas que el Modelo Educativo Institucional de la UAA (2006) considera relevantes para sus estudiantes coinciden en que (a) interactúan con los contenidos de aprendizaje y logran los objetivos de manera exitosa, (b) asumen de manera progresiva y responsable la dirección y control de su aprendizaje, (c) participan activamente en la academia, (d) construyen su propio conocimiento, (e) muestran actitudes favorables hacia el trabajo colaborativo.

La tarea de la investigación significativa que considera el perfil de pensamiento estadístico ha sido explorada por Wild y Pfannkuch (1999). Entre las dimensiones de su propuesta resaltan dos: (1) el ciclo de investigación y (2) el ciclo de interrogación. El segundo ciclo es complementario al primero pero inaugural en el proceso de búsqueda para imaginar posibilidades de un plan de ataque para resolver el problema. Esa búsqueda se hace de manera interna y externa: se lee, se resume, se compara, se conecta para después revisar lo obtenido antes de decidir qué hacer. El primer ciclo infiere que la buena investigación principia cuando el interesado se involucra con el contexto, define el problema y de ahí estructura un plan de solución que incluye el diseño de la medición y la administración de los datos; hasta entonces circula por un proceso de recolección y limpieza de datos para realizar el análisis y la generación de hipótesis. Finalmente interpreta el análisis, obtiene nuevas ideas y comunica los resultados. Por otra parte, Cobb y Moore (1997) argumentan que procesos de planeación con herramientas estadísticas deben enseñarse después que los estudiantes han aprendido a analizar datos.

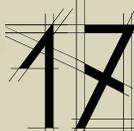
Creemos que en esas proposiciones hay elementos suficientes para modelar una instrucción poderosa basada en la responsabilidad del alumno.

Diseñamos sobre la plataforma ya referenciada un modelo que permitiera desarrollar el seminario en el que se realiza investigación aplicada por parte de ingenieros industriales estadísticos (IIE) con un objetivo de enseñanza preciso: Construir un enfoque coherente y unificado de enseñanza que añada valor al conocimiento previo y aprendizaje novedoso a los IIE a través de:

- a) El desarrollo de aprendizaje mediante la resolución de proyectos relacionados con áreas de oportunidad prometedoras según su profesión.
- b) La sociabilización de aprendizaje significativo actuando ellos en pequeños grupos colaborativos.
- c) La comprensión de los procesos que subyacen en la investigación y experimentación estadística.
- d) La comunicación de los resultados.

Para ello se planearon y estructuraron proyectos (problemas) de forma intencional y sistemática que logran integrar en el alumno una *imagen constructivista* de la probabilidad, la estadística, la matemática y la ingeniería, asociada a la profundidad que debían alcanzar autónomamente en el conocimiento previo y que debería aplicarse al resolver problemas abiertos y prácticos al cooperar con otros. Un problema abierto es uno mal estructurado en el que no se ofrece a quienes lo resuelven suficiente información como para que distingan de inmediato qué procedimientos permiten resolverlo y se debe indagar con el enfoque dimensional de Wild y Pfannkuch remitido antes. El proceso pedagógico creado para la enseñanza fue el siguiente:

- I. Determinación de grupos colaborativos y sus rúbricas de evaluación.
- II. Asignación de proyectos a los grupos con plazo de entrega, que debería comprender: (i) Proceso de planeación, (ii) Ensayo previo a la experimentación, (iii) Desarrollo, (iv) Reporte técnico, (v) Revisión por el docente, (vi) Retroalimentación al reporte por el docente, (vii) Presentación oral ante un auditorio.
- III. Evaluación del docente del: (i) Reporte técnico por rúbricas, (ii) Cumplimiento del plazo de entrega, (iii) Comunicación verbal por rúbricas y (iv) Transición de la evaluación a una nota final.
- IV. Autoevaluación de estudiantes según: (i) Compromiso grupal e individual por proyecto, (ii) Calificación por proyecto.
- V. Evaluación del curso por los alumnos: (i) En general y (ii) En específico: qué añadir, qué mejoras y qué erradicar.



Se dio cumplimiento y seguimiento a los elementos enlistados antes mediante bitácora.

La observación de los grupos colaborativos y los resultados emanados de la realización escrita y comunicada de los proyectos permitieron establecer lo siguiente: (a) El trabajo colaborativo es exigente y *mejor* desarrollado cuando los grupos son pequeños. (b) Los estudiantes requieren que exista un líder de proyecto. (c) La creatividad era immanente o se propició en el desarrollo de los proyectos. (d) Se produjeron reportes técnicos de alta calidad según los criterios establecidos en las rúbricas. (e) La conceptualización se pulió y mejora sustantivamente en el marco de la investigación. (f) La autoevaluación es honesta hasta un 80 por ciento. (g) Las presentaciones orales deben

mejorarse. (h) La autonomía de los estudiantes al resolver los proyectos fue consustancial debido a sus antecedentes. (i) Los estudiantes solicitaron más proyectos de ingeniería al evaluar el seminario. (j) Igualmente solicitaron erradicar proyectos específicos de muestreo. (k) Los proyectos más aceptados fueron “Juego con moneas”, de carácter probabilístico, y “Balanceo de línea”, de formación ingenieril. (k) Todos los alumnos recordaron a detalle hechos específicos acerca de proyectos en que participaron hasta cuatro meses antes. No se les cuestionó sobre proyectos realizados en el último mes de actividades.

Fuentes de consulta

- Chatterjee, S. (2003). *Statistical Thought: A Perspective and History*. Nueva York: Oxford Academic Press.
- Cobb, G.W. y Moore, D.S. (1997). Mathematics, Statistics and Teaching. *American Mathematical Monthly*, 104, 801-823.
- Díaz Barriga Arceo, F. y Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista* (2ª edición). México: McGraw-Hill.
- Freudenthal, H. (1991). *Revising Mathematics Education: China Lectures*. Dordrecht, Holanda: Kluwer Academic Press.
- Garfield, J. (1995). How students learn statistics. *International Statistical Review*, 63, 25-34.
- Garfield, J. y Ben-Zvi, D. (2008). *Developing Students Statistical Reasoning: Connecting Research and Teaching Practice*. EUA: Springer.
- Higgins, J. (1999). Undergraduate Statistics Education: What Should Change? *The American Statistician*. Febrero, 53(1), 1-6.
- Kapadia, R. y Borovcnick, M. (Eds.) (1991). *Chance Encounters: Probability in Education*. Dordrecht/EUA: Kluwer.
- Modelo Educativo Institucional (MEI). (2006). Aprobado por el H. Consejo Universitario en sesión celebrada el 15 de diciembre de 2006. Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Moore, D.S. (1997). New Pedagogy and New Content: The Case of Statistics. *International Statistical Review*, 65, 123-165.
- Moore, D.S. (1998). Statistics among the liberal arts. *Journal of the American Statistical Association*, 93, 1253-1259.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- Shaughnessy, J.M. (1992). Research in Probability and Statistics: Reflections and Directions. En D.A. Grouws (ed.), *Handbook on Research on Mathematics Teaching and Learning*, 465-494. Nueva York: Macmillan.
- Wild, C.J. y Pfannkuch, M. (1999). Statistical Thinking in Empirical Enquiry. *International Statistical Review*. Diciembre, 67(3), 223-248.