

Implementación y evaluación de un curso de estadística basado en competencias

Implementation and evaluation of a competencies-based Statistics course

Sandra Milena Ramírez Buelvas¹, Luis Ramón Cid Serrano², Harold Castillo Sánchez³, María del Pilar Marín Gaviria⁴, Daniel González Gómez⁵, Roxana Medina Muñoz⁶

^{1, 3, 4, 6} Pontificia Universidad Javeriana seccional Cali, Cali, Colombia

smramirez@javerianacali.edu.co

hcastillo@javerianacali.edu.co

mmarin@javerianacali.edu.co

dgonzalez@javerianacali.edu.co

r.medina@javerianacali.edu.co

²Universidad del Bío-Bío, Chile.

lcid@ubiobio.cl

Resumen—En este artículo se presenta la experiencia de diseño e implementación de un curso de estadística para ingenieros industriales basado en competencias. El estudio contempla las consideraciones de entidades académicas sobre los aprendizajes que se espera los estudiantes de ingeniería industrial construyan para su ejercicio profesional. El proceso de construcción del curso implicó el análisis de los contenidos que se considerarían fundamentales, la metodología en el aula a implementar y la modalidad de evaluación. Los resultados obtenidos a partir de la implementación del curso dan cuenta, por una parte, que los estudiantes lograron desarrollar competencias de tipo cognitivo y afectivo y por otra parte, que para los docentes esta experiencia permitió cambios sustanciales en su quehacer.

Palabras clave— Aprendizaje basado en competencias, evaluación por competencias, enseñanza de la estadística, metodologías, estadística.

Abstract— This article describes the experience of designing and implementing a statistics course for industrial engineers based on competencies. The study includes considerations the learning expectations of the academic institutions regarding the professional training of their engineering students. The process of building the course implied the analysis of the fundamental content, the methodology to be applied in the classroom and the implementation of an evaluation methodology. The results of the implementation of the course show that students were able to develop the necessary cognitive and affective skills. Moreover, it allowed teachers to make substantial changes in their teaching methodology.

Keywords— Competency-based learning, competency-based evaluation teaching statistics, statistical methodologies

I. INTRODUCCIÓN

Un objetivo de la educación es brindar respuesta a las necesidades actuales y futuras de la sociedad. La educación a lo largo de la vida se basa en cuatro pilares: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir juntos, aprender a

ser. En este sentido hay que dar prioridad a otras formas de aprendizaje y no sólo dar prioridad a la adquisición de conocimientos, hay que concebir la educación como un todo [1].

Los organismos de acreditación y asociaciones profesionales coinciden en reconocer la importancia de la educación basada en competencias en la formación profesional, pues se asume que ésta contribuye a generar un vínculo adecuado entre la formación académica y el mundo laboral [2]. El concepto de competencia permite dar cuenta de esta concepción de educación como un todo, pero la implementación del trabajo basado en competencias es una tarea compleja y tiene implicaciones de tipo organizativo y docente, que incluyen una serie de medidas institucionales, de formación y ejecución de cursos pilotos, guías y redes de trabajo, lo que implica revisar, el modo en que se entiende la función docente, los contenidos fundamentales, y cómo aprenderlos, cómo contribuir al trabajo autónomo, a la construcción del conocimiento, al aprendizaje colaborativo, cómo evaluar, verificar la coherencia entre la evaluación y todos los elementos del diseño formativo. Todo ello con el objetivo de tener diseños curriculares más coherentes y sostenibles tanto para el docente como para los estudiantes [3].

Actualmente las universidades y los organismos de acreditación se unen en reconocer la importancia de la evaluación basada en competencias, consideradas como un camino que permite “responder” a la demanda de formar ingenieros capaces de desempeñarse con eficiencia en situaciones y contextos cambiantes de la vida laboral, social y personal ([2],[4] y [5]).

Una de las concepciones de competencias en el Proyecto Tuning América Latina (2004-2007) [5] hace referencia a la formación de un ser por medio de nuevos enfoques, como el aprendizaje significativo en diversas áreas: cognoscitiva (saber), psicomotora (saber hacer, aptitudes), afectiva (saber

ser, actitudes y valores). En este sentido una competencia no es considerada como una capacidad innata, sino susceptible de ser desarrollada, considerándose, por tanto, que ésta se forma a partir del conocimiento, las habilidades o actitudes y los valores [5].

Diversos estudios académicos, organismos de acreditación y colectivos gremiales, han realizado propuestas respecto de las competencias que debería tener un ingeniero y en particular un ingeniero industrial ([5], [6], [7] y [8]). La Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) [4] estipula que para acreditar un currículo de ingeniería industrial, éste debe demostrar que los graduandos poseen habilidades y conocimientos necesarios para demostrar su competencia laboral en dicha profesión, por ejemplo, las habilidades para aplicar conocimientos de matemáticas, ingeniería y ciencias; para diseñar y conducir experimentos, así como para analizar e interpretar datos y el entendimiento de las responsabilidades profesionales y éticas; además de la habilidad para comunicarse efectivamente[4]. Con todas ellas se evidencia no solo una relación directa con las competencias genéricas propuestas por Tuning [5], sino también la relación entre las competencias de ingenieros determinadas por algunos organismos de acreditación o universidades ([2] y [8]).

En la formación de ingenieros es inconveniente asociar en forma muy estrecha el conocimiento transferido a las competencias desarrolladas. Es necesario dotar a los ingenieros de conocimientos básicos, generales y relevantes [2]. La Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería ACOFI, en convenio con el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación ICFES ([9] y [10]), plantea que dentro de las dimensiones fundamentales para la formación del ingeniero industrial, se encuentran la investigación y manejo de la información. Considera que las habilidades para manejar información son aspectos básicos en la construcción del conocimiento. La intención es que el estudiante pueda implementar estrategias de análisis y procesamiento de información utilizando TICs para buscar, utilizar y analizar información necesaria en la resolución de problemas diversos. El ICFES explicita además, dentro de las directrices para los Exámenes de Calidad de Educación Superior ECAES, actualmente Saber Pro, aspectos relativos a la interpretación de datos, uso de herramientas de probabilidad y estadística para el tratamiento de datos, la relación entre variables, el planteamiento y validación de resultados a través de las hipótesis y modelación de situaciones, todos en un contexto cuantitativo [10].

Para llevar a cabo el trabajo por competencias, los profesores deben relacionar los contenidos con las competencias que mejor les corresponda [6]. Sin embargo, la documentación al respecto es escasa y con este artículo, a través de un caso particular, esperamos mostrar las implicaciones que tiene diseñar e implementar un curso basado en competencias en el nivel universitario.

II. PROBLEMÁTICA

Modelo de enseñanza

El reto para los profesores de estadística es determinar metodologías para que el estudiante logre aprendizajes significativos y que desarrollen competencias básicas y generativas, que permitan el desarrollo de competencias y que les permitan ser conductores de su propia formación [2]. La pedagogía, bajo el enfoque por competencias, debe fijar su atención en cómo aprende el estudiante y en las acciones y condiciones que faciliten el aprendizaje [6]. Un modelo de enseñanza basado en competencias debe incluir diversas metodologías para el trabajo en el aula; las que, entre otras, incluyen: metodología basada en proyectos, resolución de problemas, metodología basada en casos, simulaciones y solución de paradojas ([11], [12], [13], [14], [15], [16] y [17]).

La metodología basada en proyectos consiste en desarrollar durante el progreso del curso, un proyecto relacionado con los temas bajo estudio. Esta metodología permite involucrar diversos temas, hacer seguimiento a la planeación y ejecución de actividades, usar las Tics. Permite que los estudiantes propongan la temática del proyecto, el análisis e interpretaciones de resultados y evaluación y retroalimentación continua en todo el proceso ([2] y [11]).

La metodología basada en casos consiste en la solución de situaciones en contexto que demanda aplicación de conocimiento, son llamadas casos. Los casos son propuestos por el profesor con el fin que el estudiante se enfrente a situaciones reales y contextualizadas y tienen mayor importancia cuando los estudiantes integran diversos tipos de conocimiento con contenidos profesionales actuales y muy cercanos a la práctica real, especialmente, cuando deben tomar iniciativas y decisiones con cierta libertad ([12] y [14]), aún mejor si sus soluciones están centradas en aplicaciones tecnológicas, lo que contribuye a una participación activa de su parte [2].

La metodología basada en problemas consiste en la solución de un problema mediante la indagación del profesor para introducir el estudio de nueva temática. La preferencia en esta metodología es resolver problemas aplicados al mundo real, con el fin de contribuir con el aprendizaje activo y la integración del aprendizaje con la vida real ([13] y [14]).

Otras metodologías son *la metodología basada en simulación estadística y el uso de paradojas*. La simulación computacional de situaciones estadísticas, ayuda a la apropiación de conceptos, comprensión de teoremas y estimación de resultados ([15] y [16]). El uso de paradojas estimula al análisis de problemas que en apariencia son sencillos y que tienen soluciones poco intuitivas, por ejemplo, las que se conocen en la historia de la probabilidad, donde la solución correcta de muchos problemas muestra que la intuición con frecuencia nos engaña [17].

Modelo de evaluación

De forma coherente al modelo de enseñanza debe determinarse un modelo de evaluación que dé cuenta de los niveles de las competencias que los estudiantes desarrollan con un modelo de enseñanza basado en competencias. Para este modelo se tiene en cuenta que la evaluación tiene entre sus funciones orientar y regular la enseñanza hacia el logro de los objetivos de formación. La evaluación permea todos las etapas del proceso de enseñanza-aprendizaje ([18] y [19]) y permite apoyar la autonomía, la reflexión, la responsabilidad ante las decisiones y la crítica como parte de los objetivos de la enseñanza universitaria [2].

Con base en estas consideraciones, la evaluación la deben realizar, el profesor y el estudiante. Este último, debe evaluarse a sí mismo, en un proceso de autoevaluación y, en un proceso de coevaluación, debe evaluar y ser evaluado por otro estudiante. Para evaluar es indispensable la existencia de la transparencia, claridad de indicadores, criterios de evaluación y calificación claros, retroalimentación, regulación permanente y autovaloración del estudiante ([18], [19], y [20]).

Adicionalmente, la evaluación debe contar con diversos instrumentos, actividades, indicadores de competencias, rúbricas; es decir, formatos con competencias e indicadores para evaluar competencias en cada actividad, y procedimientos, para dar cuenta del proceso formativo [19]. También requiere del diseño de tareas desafiantes, que cuestionen el saber y las competencias del estudiante, que constituyan un reto para avanzar, de tal manera que le permitan tomar conciencia de su estado de aprendizaje respecto a los objetivos del curso [18].

Por último, el modelo de evaluación debe tener en cuenta que las evidencias de aprendizaje y desarrollo de competencias deben estudiarse a partir de los criterios determinados en conjunto por académicos y profesores para establecer criterios, herramientas de evaluación, rúbricas preestablecidas con evidencia y niveles de desempeño. Además para construir exámenes es necesario construir rúbricas en las que se especifiquen las competencias a evaluar en todos sus niveles. Para evaluar una competencia se requiere un amplio número de tareas diferentes [6].

En base a las consideraciones anteriores, y en el marco de un modelo de enseñanza y de evaluación coherente con una educación por competencias, el objetivo de este estudio fue diseñar, implementar y evaluar la ejecución de un curso de estadística basado en competencias. Como postulado se asumió que la implementación de un curso de este tipo requiere cambios académicos, administrativos y, fundamentalmente, un cambio de las concepciones y paradigmas sobre la educación que deben recibir los estudiantes y la forma en la que se debe desarrollar. Estos cambios, relevantes, deben ser evaluados con base en experiencias concretas.

III. METODOLOGÍA

Este trabajo se realizó en cinco fases, la primera de diseño de curso, la segunda de implementación del curso, la tercera de ajustes y mejoras, la cuarta de réplicas de la implementación del curso y una quinta, de recolección de la información.

Fase 1: Diseño de un curso de estadística basado en competencias.

La propuesta del curso implicó definir las competencias, la creación de indicadores para cada una de ellas, la elección de la temática fundamental sobre la que se desarrollarían las competencias, la determinación de la metodología de aprendizaje correspondiente, la creación de rúbricas e instrumentos de evaluación, la elaboración de actividades que respondan a las metodologías de aprendizaje y la evaluación.

Competencias

Se determinaron las competencias *Resolutiva*, *Comunicativa*, *Computacional*, *Trabajo en equipo*, *Autoaprendizaje* y *Autoevaluación* teniendo en cuenta los requerimientos del perfil de un ingeniero industrial, la misión de la Universidad y requerimientos de los organismos de acreditación ACOFI y ABET. Los acuerdos establecidos entre los profesores de cómo entender las competencias son los que se presentan a continuación:

La competencia *Resolutiva* demanda seguir procesos de pensamiento que permitan, en una situación problema, plantear preguntas que lleven a una solución, identificar información relevante del problema, relacionar las preguntas planteadas con temas estadísticos, aplicar algoritmos y teoremas estadísticos que lo conduzcan a una solución del problema. La competencia *Comunicativa* hace referencia a expresar e interpretar con claridad y precisión, información, datos, resultados, presentar argumentos que validen procedimientos. La competencia *Computacional*, corresponde al manejo de herramientas computacionales para el procesamiento de la información o la simulación de experimentos estadísticos para la resolución de problemas o para ilustración de teoremas. La competencia *Trabajo en equipo* exige habilidades individuales y grupales orientadas a la cooperación, planificación, coordinación, asignación de tareas, cumplimiento de las tareas y solución de conflictos en pro del cumplimiento de un trabajo colectivo. La competencia *Autoaprendizaje* hace referencia al compromiso de adquirir conocimientos y desarrollar competencias por cuenta propia. La *Autoevaluación* exige capacidad crítica para analizar y tomar medidas correctivas de acuerdo con las acciones realizadas y sus consecuencias. Por último, la competencia *Entendimiento de la responsabilidad ética* hace referencia a la confidencialidad e imparcialidad de la información y de los resultados derivados de ella. De la misma forma, que la obtención de dicha información y la difusión de resultados se realice con estricto apego a la legislación vigente.

Contenidos

Los aspectos fundamentales para contribuir al desarrollo de las competencias fueron: estadística descriptiva, teoría de probabilidad, introducción al muestreo e inferencia estadística, los cuales se organizaron de una forma didáctica diferente a la tradicional, sin dejar de lado los conceptos que debe aprender el estudiante en cada uno de los contenidos temáticos.

Metodologías en el aula

Como modelos de enseñanza, implementamos en el aula las metodologías antes descritas, a saber:

- La *metodología basada en proyectos*, en ella, cada grupo planteó un problema de investigación que necesitaba, al menos, la aplicación de técnicas de estadística descriptiva, muestreo, inferencia y uso de TICs. Se definieron responsabilidades individuales y grupales y un mínimo tres fechas de reportes al profesor para presentar informes de avance de proyecto, no calificable, para identificar aciertos y dificultades. El último reporte considera la entrega de un informe final y la defensa oral de los resultados. En este proceso el profesor desempeña funciones de asesoría y retroalimentación permanente a los grupos. Esta metodología contribuye al desarrollo de todas las competencias declaradas en el curso.

- La *metodología basada en casos*, ésta se desarrolló estudiando la misma temática de la metodología basada en proyectos. El profesor propuso casos y los estudiantes presentaron informes cortos de solución. Para obtener soluciones numéricas, se usaron los paquetes de software estadísticos R y Minitab. Su interés fue desarrollar las competencias Resolutiva, Comunicativa y Computacional.

- La *metodología basada en problemas* se abordó con el trabajo de guías, talleres y problemas en clase. Estas actividades se desarrollaron para el estudio de probabilidad y variable aleatoria. El objetivo fue contribuir al desarrollo de las competencias Resolutiva y Comunicativa.

- La *simulación*, se usó para los conceptos de probabilidad, esperanza, varianza, covarianza, ilustrar el teorema central del límite, propiedades de estimadores y el método de máxima verosimilitud. El interés con esta metodología fue contribuir al desarrollo de las competencias Comunicativa y Computacional. Se uso el software estadístico R.

- El *uso de paradojas*, con esta metodología se introdujo el teorema de Bayes y el concepto de esperanza. El interés fue contribuir al desarrollo de las competencias Resolutiva y Comunicativa.

En la aplicación de las metodologías, el estudiante debió concurrir a la clase con las actividades asignadas previamente preparadas y participar en discusiones orientadas a la sistematización, aplicación e interpretación de conceptos, la rectificación y retroalimentación de las actividades realizadas antes de la clase

Evaluación

Se determinaron los indicadores de las competencias declaradas en el curso, según se muestra en las Tablas de la 1 a 7). Las diferentes actividades fueron evaluadas mediante rúbricas con las competencias e indicadores que correspondieran según la metodología del aula y la temática. Cada indicador recibió un juicio valorativo del nivel de desarrollo de la competencia, MA= muy alto, A= alto, M=medio, B=bajo y MB= muy bajo.

Las autoevaluaciones y coevaluaciones de desempeño de trabajo en equipo estuvieron orientadas por los indicadores de la competencia de trabajo en equipo de la Tabla 6. Su seguimiento se realizó en la aplicación de la metodología de proyecto en por lo menos tres fechas de reportes programados entre estudiantes y profesor. Los indicadores de T1 a T5 responden a desempeño individual en el grupo, mientras que el resto responde a desempeño grupal. Con el interés de evaluar la organización del equipo, responsabilidad individual y resolución de conflictos se realizaron entrevistas. Las autoevaluaciones del proceso formativo, demandaron que el estudiante reflexionara acerca de su estado de avance en cada competencia.

Los profesores recibieron de los estudiantes una retroalimentación de las actividades desarrolladas, las que fueron discutidas respecto de los niveles de desarrollo de sus competencias de tipo cognitivo: Computacional, Comunicativa y Resolutiva. Los resultados de las autoevaluaciones se utilizaron para generar planes de acción y medidas de mejoramiento.

Finalmente, respecto a talleres y exámenes, éstos estuvieron conformados por ejercicios en contexto que integraban temáticas y orientados al desarrollo de las competencias Resolutiva y Comunicativa. En particular para la competencia Comunicativa los indicadores, C1: usa lenguaje matemático y/o estadístico para representar ideas, formular preguntas y resolver problemas, C2: Formula argumentos que justifican los procedimientos usando información estadística y C3: Interpreta los resultados de los análisis estadísticos en el contexto del problema, ver en la Tabla 2. En dos momentos del proceso el estudiante tuvo la opción de presentar exámenes opcionales para mostrar el avance en el desarrollo de competencias que previamente se identificaron con dificultad en talleres y exámenes.

Indicadores de la competencia Resolutiva
R1. Identifica la información importante para la solución del problema.
R2. Plantea preguntas para la solución del problema.
R3. Relaciona la información del problema con temas estadísticos en la búsqueda de su solución.
R4. Domina procedimientos y algoritmos estadísticos.
R5. Usa la información para seleccionar entre varias opciones la mejor solución

Tabla 1. Indicadores de la competencia Resolutiva.

Indicadores de la competencia Comunicativa
<i>C1</i> . Usa lenguaje matemático y/o estadístico para representar ideas, formular preguntas y resolver problemas.
<i>C2</i> . Formula argumentos que justifican los procedimientos usando información estadística.
<i>C3</i> . Interpreta los resultados de los análisis estadísticos en el contexto del problema.
<i>C4</i> . Realiza párrafos coherentes.
<i>C5</i> . Realiza escritos con estructura.
<i>C6</i> . Realiza escritos con los términos pertinentes.
<i>C7</i> . Escribe escritos sintetizados.
<i>C8</i> . Realiza presentaciones orales organizadas.
<i>C9</i> . Realiza presentaciones orales con estructura.
<i>C10</i> . Realiza presentaciones orales con la los términos pertinentes.
<i>C11</i> . Realiza presentaciones orales de manera sintética.
<i>C12</i> . Interpreta gráficos asociados a una situación problema.

Tabla 2. Indicadores de la competencia Comunicativa.

Indicadores de la competencia Computacional
<i>Cp1</i> . Ilustra teoremas usando la simulación computacional.
<i>Cp2</i> . Simula computacionalmente situaciones para encontrar una solución aproximada a la teórica.
<i>Cp3</i> . Utiliza un software estadístico para resolver una situación problema en contexto.

Tabla 3. Indicadores de la competencia Computacional.

Indicadores de la competencia Autoaprendizaje
<i>A1</i> . Resuelve problemas que requieran temas no estudiados.
<i>A2</i> . Resuelve actividades no calificables.
<i>A3</i> . Usa en su proceso de aprendizaje distintos medios y herramientas como, libros de texto manuales, revistas científicas y técnicas, biblioteca, Internet, software educativo, etc.

Tabla 4. Indicadores de la competencia Autoaprendizaje.

Indicadores de la competencia Autoevaluación
<i>Ad1</i> . Analiza resultados de su desempeño por cada competencia.
<i>Ad2</i> . Plantea mecanismos de mejora a partir de su desempeño en las diferentes competencias.

Tabla 5. Indicadores de la competencia Autoevaluación.

<i>T1</i> . Colabora con la organización y planeación del

trabajo en el equipo.
<i>T2</i> . Posee un rol de trabajo definido en el trabajo en equipo.
<i>T3</i> . Propone estrategias de control y ajustes del trabajo en equipo.
<i>T4</i> . Realiza las tareas asignadas por el grupo en el plazo establecido.
<i>T5</i> . Considera la opinión de los miembros del equipo y retroalimenta de forma constructiva.
<i>T6</i> . El grupo resuelve las actividades conflictivas.
<i>T7</i> . El grupo usa técnicas de solución de conflictos.
<i>T8</i> . El grupo cumple con las fechas establecidas.

Tabla 6. Indicadores de la competencia Trabajo en equipo.

Indicadores de la competencia Entendimiento de la responsabilidad ética
<i>E1</i> . Da crédito en sus escritos a los autores que corresponda.
<i>E2</i> . Los datos para realizar los análisis estadísticos son recogidos con criterios y procesos transparentes.
<i>E3</i> . Respeta los resultados de los análisis estadísticos aun cuando su resultado no le convenga

Tabla 7. Indicadores de la competencia Entendimiento de la responsabilidad ética.

Fase 2: Implementación y evaluación de un curso de estadística basado en competencias.

Para la implementación del curso de estadística se utilizó la siguiente metodología:

Identificación de tres grupos de estudiantes de quinto y sexto semestre de ingeniería industrial del segundo semestre 2010. A cada estudiante y grupo de estudiantes se le asignó un portafolio para incluir la información de desempeño en todas las actividades realizadas en el curso. Se realizaron entrevistas individuales y grupales respecto a la metodología, evaluación y desempeño en al menos tres etapas del proceso. Los grupos identificados fueron de 39, 35 y 21 estudiantes respectivamente y a cada uno de ellos se le asignó un profesor responsable.

Como resultado de las actividades antes descritas se detectaron algunas dificultades en el proceso, por lo que hubo que introducir algunos ajustes metodológicos, a ser considerados en las implementaciones futuras:

El tiempo asignado a los profesores para el desarrollo del curso fue altamente insuficiente, el texto guía no ofreció actividades acordes con el trabajo en base a competencias, los estudiantes manifestaron que el tiempo asignado a las actividades fue insuficiente, los estudiantes fueron poco objetivos en autoevaluaciones y coevaluaciones, el sistema de evaluación era poco objetivo.

Fase 3: Revisión y reformulación de la propuesta de curso de estadística basado en competencias.

Se realizaron entrevistas con profesores y estudiantes que participaron en la implementación del segundo semestre de 2010 para determinar la necesidad de ajustes y cambios para futuras implementaciones.

Teniendo en cuenta que la metodología que impera en la Universidad es de corte tradicional se realizaron los siguientes ajustes a considerar en la Fase 4:

Disminuir el número de competencias e indicadores a evaluar por actividad, disminuir el número de actividades calificables, alternar entre metodologías activas y expositivas del profesor, motivar a que los estudiantes socialicen estrategias para desarrollar competencias, escribir un texto de estadística orientado al desarrollo de competencias declaradas en el curso, gestionar apoyo administrativo para considerar tiempo en la labor docente para orientar un curso basado en competencias, solicitar actas de trabajo en equipo, no reportar al sistema de calificaciones resultados parciales sujetos a cambios.

Fase 4: Réplica de la implementación del curso de Estadística basada en competencias después de los ajustes propuestos en la Fase 3.

En el primer y segundo semestre de 2013 y en el primer semestre de 2014, un único profesor implementó la metodología con los ajustes señalados en la Fase 3, a tres grupos de ingeniería industrial de quinto y sexto semestre del curso de Estadística, con 35, 36 y 39 estudiantes.

Fase 5: Recolección de información y los instrumentos utilizados.

La recolección de la información se realizó paralelamente con la implementación del curso en cada periodo. Para recolectar la información se utilizaron rúbricas de las actividades indicadas en el diseño del curso, encuestas y entrevistas de satisfacción de metodología y evaluación. Se realizaron en promedio en tres momentos de la implementación del curso. Se asignaron portafolios por estudiante y por grupos de trabajo, en los que se recopiló la información relevante y los resultados.

IV. RESULTADOS

En la Fase 1 se determinaron y definieron las competencias del curso y los indicadores de evaluación. Además se realizaron el diseño de las actividades, rúbricas, entrevistas y encuestas. En la Fase 2, en 2010, se determinaron dificultades a tener en cuenta para las implementaciones indicadas en la Fase 3. En la Fase 3, en 2011 y 2012, se determinaron ajustes a las metodologías en el aula y al proceso de evaluación. En la Fase 4 se implementó la metodología de la Fase 3. Los resultados de la Fase 5 se presentan a continuación.

Con relación a la evaluación, el 100% de los estudiantes, en las tres implementaciones del curso, en la primera etapa del curso, manifestaron su desacuerdo con la evaluación de la

competencia Comunicativa, específicamente con los indicadores C1, C2 y C3 (ver Tabla 2).

Las Figuras 1 y 2, muestran que los resultados de exámenes y talleres fueron mejores en la competencia Resolutiva que en la Comunicativa. Se evaluaron todos los indicadores de la competencia Resolutiva y solo los tres primeros de la competencia Comunicativa.

En las actividades casos y en el proyecto, el 100% de los estudiantes que presentaron la actividad aprobaron la competencia Comunicativa. Para la evaluación final del proyecto los estudiantes recibieron retroalimentación del profesor en al menos tres fechas de reporte de resultados. Los indicadores de la competencia Comunicativa evaluados fueron de la C4 a C12, ver Tabla 2.

En las tres implementaciones, el 100% de los grupos en que presentaron las actividades casos y el proyecto, obtuvieron nivel alto o muy alto en la competencia Computacional.

La Figura 3, muestra los resultados de las autoevaluaciones y coevaluaciones en la actividad proyecto y en ella se observa que éstos fueron coherentes con las actas de las reuniones de cada grupo en las tres implementaciones del curso. Los estudiantes fueron objetivos con las evaluaciones de desempeño de trabajo en equipo.

Para el desarrollo de la actividad proyecto los estudiantes necesitaron apoyo del profesor para el diseño de encuestas, determinar el tipo de muestreo y el cálculo del tamaño de las muestras. La Figura 4, muestra que el mayor porcentaje de los estudiantes en las tres implementaciones tuvieron un nivel medio en la competencia Autoaprendizaje evaluada en esta actividad y con esta temática; esto es, 88.58%, 77.77% y 69.23%, respectivamente. Muestra también que, a pesar de las orientaciones del profesor, hubo estudiantes que no lograron una correcta solución del problema, 11.42%, 11.11% y 10.25%, respectivamente por cada implementación del curso. El grupo de estudiantes con evaluación muy bajo, no presentaron entregas parciales del proyecto.

En las tres implementaciones del curso el 100% de los estudiantes que presentaron la actividad proyecto aprobaron la competencia Entendimiento de la responsabilidad ética. Los estudiantes hicieron entrega de las evidencias de la recolección y manipulación de datos del proyecto. Además sus documentos tuvieron referencias bibliográficas de los documentos consultados.

Los porcentajes de reprobación en las tres implementaciones (01-2013, 02-2013 y 01-2014) fueron del 5.7%, 2.7% y 10.25% respectivamente. Estos estudiantes manifestaron preferir los sistemas de evaluación tradicional, principalmente porque compromisos con otros cursos no les permiten responder a las actividades de este curso.

Percepción de los estudiantes

En las tres implementaciones el 100% de los estudiantes manifestaron que el tiempo de las actividades del curso sobrepasa al tiempo correspondiente a sus créditos académicos. Los estudiantes opinan que el desarrollo de la actividad proyecto y la solución de casos motivaron la aplicación de la estadística y su interés por ella. Además manifestaron que los indicadores declarados en cada actividad motivaron a concentrar esfuerzos por mejorar el desarrollo de competencias.

Percepción del profesor

Las actividades y los indicadores de evaluación requieren de un grupo de profesores que los validen. El tiempo de atención a estudiantes, de evaluación y diseño de actividades por implementación fue, en promedio, 84, 90 y 256 horas respectivamente. Por cada implementación aproximadamente se invirtió el 67.18% del tiempo de labor docente.

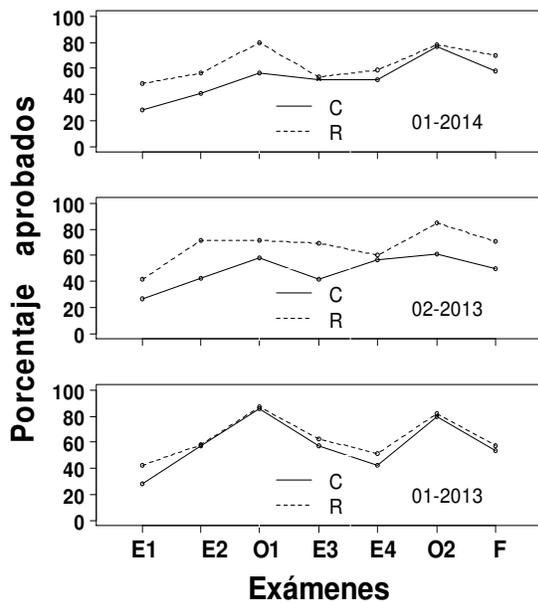


Figura 1. Porcentaje de aprobados (niveles medio, alto y muy alto) por la competencia Comunicativa (C) y Resolutiva (R) en los exámenes parciales (E), Exámenes opcionales (Op) y examen final (F). Los indicadores de la competencia Comunicativa evaluados fueron C1, C2 y C3. Mientras que se evaluaron todos los indicadores de la competencia Resolutiva.

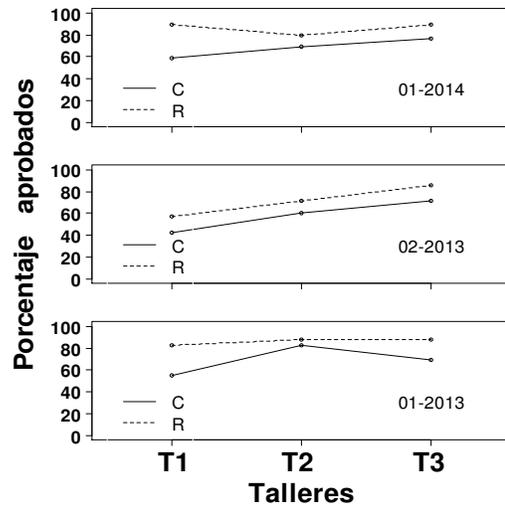


Figura 2. Porcentaje de aprobados (niveles medio, alto y muy alto) por la competencia Comunicativa (C) y Resolutiva (R) en las diferentes talleres (T) del curso. T1 corresponde al grupo de talleres anteriores al examen opcional 1, T2 corresponde al grupo de talleres anteriores al examen opcional 2 y T3 al grupo de talleres antes del examen final. Los indicadores de la competencia Comunicativa evaluados son C1, C2 y C3. Mientras que se evaluaron todos los indicadores de la competencia Resolutiva.

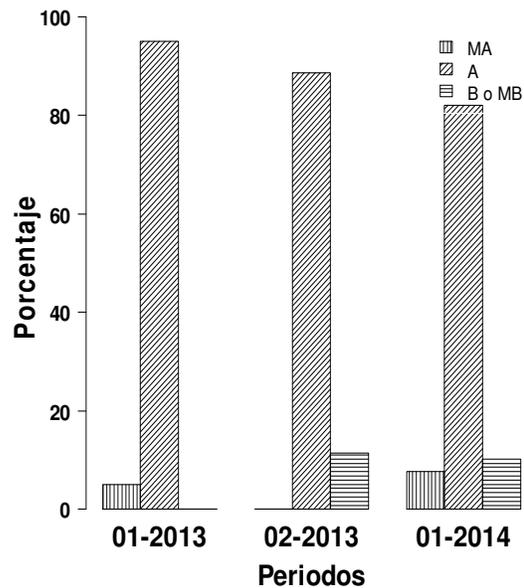


Figura 3. Porcentaje de los resultados promedios de niveles (MA=muy alto, A=alto, M=medio, B=bajo y MB=muy bajo) de las evaluaciones de desempeño de trabajo en equipo en el desarrollo del proyecto durante la aplicación de la metodología basada en proyectos en las tres implementaciones en los periodos 01-2013, 02-2013 y 01-2014.

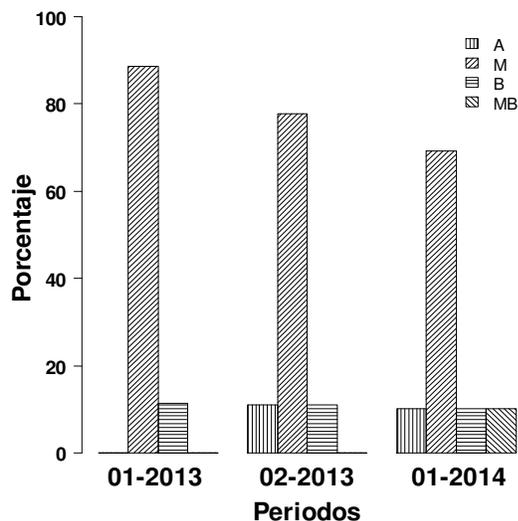


Figura 4. Porcentaje de los resultados de la competencia Autoaprendizaje en el desarrollo del proyecto (MA=muy alto, A=alto, M=medio, B=bajo y MB=muy bajo) durante la aplicación de la metodología basada en proyectos en las tres implementaciones en los periodos 01-2013, 02-2013 y 01-2014.

V. CONCLUSIONES Y DICUSIÓN

La implementación de un curso basado en competencias permitió ampliar las opciones de estrategias metodológicas y procesos de evaluación. Además requirió generar espacios de reflexión entre profesores y estudiantes sobre los procesos involucrados. En efecto, si un curso basado en competencias no está bien planificado y dosificado, puede producir una saturación de las actividades de estudiantes y profesores, dada la tendencia a abordar muchas competencias, contenidos o actividades. Sin embargo, la aplicabilidad de la Estadística facilitó la generación de actividades en las diferentes metodologías y competencias declaradas en el curso.

Consideramos que la enseñanza basada en competencias, produce cambios estructurales que generen consistencia entre lo que se propone, lo que se hace y espera de los egresados, por lo que la articulación de los contenidos, metodologías y evaluación, es necesaria en cada curso del plan de estudios de cualquier programa de formación. Experiencias similares en otros países validan los resultados y conclusiones obtenidos en este estudio. Así por ejemplo, en la Universidad CEU San Pablo, se aplicó una metodología que combina el aprendizaje basado en problemas bajo el método “learning by doing”, que permitió corroborar la hipótesis de que la metodología docente utilizada, teniendo al estudiante como principal partícipe de su aprendizaje, garantiza la adquisición eficaz de competencias profesionales básicas. Adicionalmente, la retroalimentación de los resultados del trabajo a lo largo del curso contribuyó a resultados satisfactorios por parte de los estudiantes [21].

Según Anderson y Loynes (1987), en la Universidad de Granada, trabajando con la asignatura Análisis de Datos, mediante el trabajo con proyectos en el aula, se pudo lograr el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje que se habían planificado[11]. Resultados comparables con los obtenidos en nuestro estudio luego de las tres implementaciones del curso.

Por otra parte, trabajando con la asignatura de Estadística inferencial con estudiantes del tercer ciclo de la Escuela Profesional de Administración de la Universidad Señor de Sipán- Chiclayo se concluyó que el estudio de casos mostró mejores resultados en el aprendizaje de la estadística. Más del 50% de estudiantes califican a la metodología basada en el estudio de casos como excelente; el 92.3 % de ellos afirman que haciendo uso de esta metodología se cumplen totalmente los objetivos señalados; el 85.3 % de estudiantes prefieren esta propuesta metodológica como método de enseñanza y el 98.3% de ellos está conforme con los resultados obtenidos [22]. En las tres implementaciones realizadas por nosotros, los estudiantes manifestaron niveles de satisfacción con la metodología por la aplicabilidad del conocimiento, uso de software y presentación de informe corto, coincidentes con los resultados encontrados en la implementación de la Universidad Señor de Sipán.

Similares coincidencias se pudieron encontrar en implementaciones realizadas por la Villanova University, en la que los estudiantes de la clase con el enfoque de competencias tuvieron actitudes más positivas hacia el aprendizaje de la Estadística que los de la clase tradicional, quienes lograron, solo al segundo intento, el dominio de los resultados del aprendizaje equivalente a aquellos que lo hicieron por competencias, quienes demostraron competencia en su primer intento. [23]. Un enfoque diferente, esta vez utilizando un grupo control, pero con resultados similarmente coincidentes, se desarrolló en la Universidad Nacional de Costa Rica [24].

Respecto de los sistemas de evaluación, en el modelo basado en competencias, un estudiante puede aprobar el curso si demuestra que al final del proceso ha desarrollado las competencias requeridas, independientemente de que las evaluaciones parciales hayan sido insatisfactorias. Lo anterior, a diferencia de los sistemas tradicionales en los que las calificaciones ingresadas a los sistemas de registro académico son inmodificables. Este último sistema, en efecto, no ofrece flexibilidad que requiere la enseñanza basada en competencias.

Consideramos que este tipo de trabajos generan cambios estructurales coherentes con lo que se propone, se hace y se espera de los egresados, siendo necesaria la

articulación de los contenidos, metodologías y evaluación en cada curso de un plan de estudios.

El trabajo basado en competencias exige no sólo pensar en el contenido y cómo enseñarlo, sino ponerlo en relación con el estudiante y con los contextos en los cuales están inmersos. Exige, por lo tanto, realizar diversas caracterizaciones de la disciplina, y de su relación con otras; de los contextos profesionales, del propio estudiante, considerando las relaciones entre estudiantes y entre los estudiantes y profesores. También obliga a pensar en el rol de los recursos usados en las aulas (libros, guías, talleres, TICs, software, etc.) En general, el trabajo basado en competencias permite hacer explícitos elementos necesarios para la formación de profesionales. Es así, que no sólo se deben determinar los contenidos fundamentales en la formación profesional, sino centrar la atención en el desarrollo de las competencias definidas en el currículo de formación profesional.

Para implementar un curso basado en competencias, es necesario un compromiso colectivo de profesores, estudiantes y directivos. Resulta altamente relevante discutir respecto al número de competencias que se pretendan desarrollar en cada curso, las que deben ser incorporadas al currículo de formación de un ingeniero.

Una conclusión relevante de este estudio, es la necesidad de responder a un conjunto de interrogantes y necesidades que surgen directamente de la ejecución de la propuesta de curso, y a las que es recomendable responder antes de emprender un trabajo similar, con otras asignaturas. Entre estas están, por ejemplo, la necesidad de evaluar cuáles son las condiciones mínimas (académicas, laborales e institucionales) para hacer viable la aplicación de un curso basado en competencias, para estudiantes de ingeniería y otras especialidades. A partir de esta implementación, surgen diversas interrogantes, las que deben ser enfrentadas, muchas veces institucionalmente, algunas de las cuales son, ¿Cuál es el efecto inmediato de esta nueva metodología, sobre las asignaturas que tienen a esta asignatura como prerrequisito comparada con un curso tradicional de estadística? y, más principalmente, ¿qué efecto tiene sobre el desempeño laboral futuro de los profesionales así formados?. La respuesta a estas preguntas puede contribuir a fortalecer los procesos educativos conducentes a la formación de profesionales.

REFERENCIAS

- [1] Delors, J. y otros. "La Educación encierra un tesoro". Madrid: Santillana. Ediciones Unesco. 1996
- [2] M. Letelier, L. López, R. Carrasco, P. Pérez. "Sistema de competencias sustentables para el desempeño profesional de la ingeniería". *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Tarapacá*, vol. 13 (2), pp. 91-96. 2005.
- [3] M. Cano. "La evaluación por competencias en la educación superior". *Revista de currículum y formación del profesorado*, vol. 12(3), pp. 1-15.
- [4] Accreditation Board for Engineering and Technology ABET. "Criteria for Accrediting Engineering Programs USA 2000". [Online]. Available: http://www.abet.org/uploadedFiles/Accreditation/Accreditation_Process/Accreditation_Documents/Current/eac-criteria-2012-2013.pdf.
- [5] Proyecto Tuning 2004-2007. [Online]. Available: <http://tuning.unideusto.org/tuningal/> Consultado: 25 de febrero de 2013.
- [6] P. Verdejo. "Modelo para la educación y evaluación por competencias (MECO)". Rep. Proyecto UEALC Proyecto Tuning 2004-2007. [Online]. Available: <http://tuning.unideusto.org/tuningal/> Consultado: 25 de febrero de 2013.
- [7] M. Valle, P. Cabrera. "¿Qué competencias debe poseer un ingeniero civil industrial?. La percepción de los estudiantes". *Revista Iberoamericana de Educación*, vol 50 (4), pp. 1-14. 2009.
- [8] F. Torres, I. Abud. "Análisis mediante categorías universales de las competencias exigidas al Ingeniero Industrial por los organismos internacionales de acreditación". Comunicaciones Universidad Politécnica de Cataluña Barcelona TECH. *Departamento de Ingeniería de Diseño y Fabricación Universidad de Zaragoza*. [Online]. Available: <http://www.upc.edu/euetib/xiicuiet/comunicaciones/din/comunicaciones/176.pdf>
- [9] ICFES-ACOFI. (2005). "Prospectiva de la ingeniería Industrial en Colombia 2020 RETOS Y DESAFIOS" [Online]. Available: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:EL4BysVvdKAJ:www.acofi.edu.co/portal/documentos/documento%2520final%2520acofi%2520V2.0%5B1%5D.doc+&cd=1&hl=en&ct=clnk&gl=co>.
- [10] ACOFI. (2010). Revisión y consolidación de fundamentación conceptual y especificaciones de prueba correspondientes a los ECAES de Ingeniería 2010-2023.
- [11] C. Batanero, C. Díaz. "El papel de los proyectos en la enseñanza y aprendizaje de la estadística". I Congreso de Estadística de investigación operacional de Galiza Norte de Portugal. VII Congreso Gallego de estadística e investigación de operaciones. [Online]. Available: http://www.matedu.cinvestav.mx/~maestriaedu/docs/asisg6/dra_carmen_doc.pdf
- [12] C. Campos. "Aprendizaje de la estadística a través de casos prácticos", in proc. 2008. II Jornada de innovación docente, tecnologías de la información y de la comunicación e investigación educativa en la universidad de Zaragoza. [Online]. Available: <http://ice.unizar.es/uzinnoval/jornadas/pdf/95.pdf.p1-26>.
- [13] J. Molina, A. García, A. Pedraz, M. Antón. "Aprendizaje basado en problemas: una alternativa al método tradicional". *Revista Real Estatal de docencia Universitaria*, vol. 3(2), 79-85.
- [14] F. Díaz. Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida. El aprendizaje basado en problemas y métodos de casos. capítulo 3. McGraw Hill, 2005, pp.
- [15] C. Batanero. "La simulación como instrumento de modelización en probabilidad". *Revista de educación y pedagogía*. [Online]. 15(35), pp 39-54. Available: <http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/revistaeyp/article/viewFile/5942/5352>
- [16] P. Grima, A. Riba. "La simulación y la enseñanza de estadística en casos prácticos". *Estadística Española*. [Online]. 37 (140), pp 409-434. 1995. Available: http://www.ine.es/ss/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheadername1=Content-Disposition&blobheadervalue1=attachment%3B+filename%3D744%2F858%2F140_6.pdf&blobkey=urldata&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=744%2F858%2F140_6.pdf&ssbinary=true.
- [17] C. Batanero, C. Díaz, P. Arteaga. "Paradojas en la historia de la probabilidad como recurso didáctico". Rep. Proyecto SEJ2007-60110 (MEC-FEDER).
- [18] M. González. "Evaluación del aprendizaje en la enseñanza universitaria". *Revista Pedagogía universitaria*, vol. 5(1), pp. 91-96.
- [19] M. González. "Evaluación del aprendizaje en la enseñanza universitaria". *Revista Pedagogía universitaria*, vol. 5(2), pp. 1-61.
- [20] M. De la Magano, M. Moro. La evaluación por competencias: propuesta de un sistema de medida para el grado en información y documentación. *Textos Universitarios de biblioteconomía y documentación*, vol. 23. 2009.
- [21] C. Llorente, A. Bartolomé, M. Viñaras. Implementación del aprendizaje basado en problemas (ABP) y learning by doing en el Grado en

- Publicidad y Relaciones Públicas para la adquisición de competencias. *Revista historia y comunicación social*, vol 18, pp. 639-650. 2013.
- [21] M. Posner. The impact of proficiency-based assessment and reassessment of learning outcomes system on student achievement and attitudes. *Revista Tzhoeco*, vol. 5 (2), pp. 35-50. 2013.
- [22] B. Arrunátegui. Estudios de casos para el aprendizaje de la estadística inferencial en estudiantes de la escuela profesional de administración de la Universidad Señor de Sipán-Chiclayo-2012. *Revista Tzhoeco*. Vol.5(2), pp.35-50.2013.
- [23] The impact of proficiency-based assessment and reassessment of learning outcomes system on student achievement and attitudes. *Revista Statistics Education Research Journal*, vol 10 (1), pp. 3-14. 2011.
- [24] E. Chavez, M. Castillo. "Estrategias para el desarrollo del pensamiento complejo y competencias". Rep. Proyecto cofinanciado Unión Europea. 2011. [Online]. Available: http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area02_tema01/64/archivos/PCC_CB_03_2011.pdf