

Una mirada a las estrategias y técnicas didácticas en la educación en ingeniería. Caso Ingeniería Industrial en Colombia

An overview to the didactic and technique strategies implemented in engineering education. An Industrial Engineering case in Colombia

Um olhar às estratégias e técnicas didáticas educacionais em engenharia. Caso engenharia Industrial na Colômbia.

D.C. López, L. A. Mejía

Recibido: Diciembre 12 de 2016 - Aceptado: enero 13 de 2017

Resumen— En la medida en que ha evolucionado el proceso de enseñanza-aprendizaje en diferentes disciplinas, se han generado diferentes propuestas de uso de estrategias didácticas para fortalecer la formación en ingeniería. Para el caso de Ingeniería Industrial, surge la inquietud sobre la forma en que estas estrategias, acompañadas de diferentes técnicas didácticas, se están articulando actualmente en el proceso de formación. El presente artículo expone diferentes didácticas que se están empleando en la formación en Ingeniería Industrial en Colombia, analizando la forma en que algunas de ellas han generado impacto en el desempeño del ingeniero en formación, e ilustra casos concretos de implementación en dos áreas de esta disciplina: Control de Calidad e Investigación de Operaciones. Se presentan reflexiones sobre cómo se articulan diferentes técnicas dentro del desarrollo curricular, según la experiencia de las autoras, además de identificar aquellas técnicas que generan un impacto significativo en el estudiante.

Palabras clave— Control de Calidad, educación en ingeniería, educación en ingeniería industrial, estrategia didáctica, Investigación de Operaciones, técnica didáctica.

Abstract— the teaching and learning process has been transformed in different disciplines. All the same, didactic strategies for engineering have been created. For the Industrial

Engineering case, there is concern about the way in which these strategies, accompanied by different didactic techniques, are currently being articulated in the training process. This paper exposes different didactics that are being used in Colombian Industrial Engineering teaching, analyzing its impact on engineering students' performance, and show specific application cases in two Industrial Engineering areas: Quality Control and Operations Research. Some reflections about how to integrate different didactic techniques into curricular development are shown, considering the author's experience, and identifying the techniques that generate a positive impact in students.

Key words— didactic strategy, didactic technique, engineering education, Industrial Engineering education, Operations Research, Quality Control.

Resumo —Na medida que o processo de ensino-aprendizagem evoluciona em diferentes disciplinas, se geram diferentes propostas de usos de estratégias didáticas para fortalecer a formação em engenharia. No caso da Engenharia Industrial, surge a dúvida sobre a forma em que estas estratégias, acompanhadas de diferentes técnicas didáticas, estão sendo usadas atualmente neste processo de formação. O presente artigo mostra diferentes didáticas que estão sendo aplicadas na formação em Engenharia Industrial na Colômbia, analisando a forma em que algumas delas geraram impacto no desempenho do engenheiro em formação e ilustra casos concretos de implementação em duas áreas desta disciplina. Controle de qualidade e Investigação de Operações. Se mostram reflexões sobre como se articulam diferentes técnicas dentro do desenvolvimento curricular, de acordo com a experiência

¹Este artículo de reflexión constituye un aporte al aprendizaje significativo de los estudiantes de Ingeniería Industrial.

D. C. López, es docente de tiempo completo de la Universidad Católica de Pereira. (Correo: dianac.lopez@ucp.edu.co).

L.A. Mejía, es docente de tiempo completo de la Universidad Autónoma de Occidente de la ciudad de Cali. (Correo: lamejia@uao.edu.co)

das autoras, além de identificar as técnicas que geraram um impacto significativo no estudante.

Palavras chave— Controle de Qualidade, educação em engenharia, educação em engenharia industrial, estratégia didática, Pesquisa de Operações, técnica didática.

I. INTRODUCCIÓN

EL interés de este artículo obedece a brindar elementos de reflexión alrededor de algunas técnicas didácticas para la enseñanza de la ingeniería, la Ingeniería Industrial y las asignaturas Control de Calidad e Investigación de Operaciones, basados en experiencias que las propias autoras y otros docentes han implementado para contribuir a la mejora del proceso enseñanza-aprendizaje.

La Magíster Diana López, se desempeña como docente de planta del programa de Ingeniería Industrial, adscrito a la Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad Católica de Pereira y dentro de los cursos que orienta se encuentra la asignatura Control de Calidad. Al interior de la misma ha implementado herramientas didácticas que incluyen el soporte virtual, el estudio de casos de industrias nacionales y otros casos internacionales y el componente bilingüe.

La Magíster Laura Mejía, se desempeña como docente de planta del Departamento de Operaciones y Sistemas, adscrito a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Occidente de Cali, dentro de los cursos que orienta se encuentra la asignatura Investigación de Operaciones 1 y 2. Al interior de la misma ha implementado herramientas didácticas que incluyen estudio de casos, análisis de artículos científicos de índole internacional, actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico y el uso de software para modelación matemática.

El artículo presenta la utilización de estrategias y técnicas didácticas como componentes del proceso enseñanza-aprendizaje, especialmente en ingeniería. Así mismo, aborda técnicas didácticas específicas para la enseñanza de la Ingeniería Industrial y de algunas de sus asignaturas específicas, implementadas por diferentes autores, quienes muestran evidencias del impacto de las mismas en el desempeño de los ingenieros en formación. Finalmente, se exponen algunas conclusiones acerca del uso y manera de articulación de dichas técnicas, con el microcurrículo específico.

II. DIDÁCTICA, ESTRATEGIA DIDÁCTICA, TÉCNICA DIDÁCTICA: TÉRMINOS A RECONOCER EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA

La enseñanza se dispone como un proceso en el que intervienen agentes como docente (quien enseña), estudiante (quien aprende), contexto y currículum; y a su vez, la enseñanza depende directamente del término “aprendizaje” [1]. En consecuencia, no se deben mencionar estos términos por separado, porque se relacionan de manera recíproca. Dicho proceso se asocia como una serie de mediaciones cognitivas y sociales en las que el docente puede participar diseñando y desarrollando los instrumentos (técnicas,

herramientas, métodos) necesarios para lograr con éxito el fin último del proceso.

En esta mediación, se debe reconocer la enseñanza-aprendizaje como aquel proceso que está orientado al logro de finalidades pedagógicas, ya que se debe promover en el marco de un proyecto educativo de un sistema que involucre a los agentes. La presencia de objetivos generales, planes de estudio microcurriculares, con información detallada en el desarrollo de un saber, hace que los docentes acudan a diferentes recursos para el logro de dichos objetivos [2]. También es importante tener en cuenta que el proceso se genera a través de una comunicación, donde el docente, quien planea, organiza y desarrolla la forma en que se comunicarán los saberes a un público específico, se puede apoyar de estrategias didácticas.

Se conoce la didáctica como la ciencia que tiene por objeto la organización y orientación de situaciones de enseñanza-aprendizaje de carácter instructivo, tendientes a la formación del individuo en estrecha dependencia de su educación integral [3]. Lleva la idea de enseñar, instruir o explicar; es un asunto práctico que implica el cómo actuar dentro del proceso enseñanza “mediante normas que orienten la acción de enseñar para alcanzar determinados objetivos” e implica que para que las normas didácticas sean válidas “han de tener en cuenta las decisiones del propio alumno: nadie aprende si no quiere, aunque disponga de los mejores profesores y medios para hacerlo” [4].

Una estrategia didáctica es una línea de acción que orienta y coordina un conjunto de actividades hacia una meta de aprendizaje claramente establecida. Una estrategia se pone de manifiesto a través de técnicas y procedimientos que pueden variar de un caso a otro, pero que tienen la misma finalidad: lograr una meta perfectamente establecida a través de una estrategia didáctica. Así, una estrategia puede valerse de muchas técnicas aplicadas de manera individual o combinada [5].

Una técnica didáctica constituye un procedimiento organizado que ayuda a generar un proceso de aprendizaje efectivo, de acuerdo con los lineamientos que se establecen desde la estrategia didáctica. Determina de manera ordenada la forma de llevar a cabo un proceso; sus pasos definen claramente cómo ha de ser guiado el curso de las acciones para conseguir los objetivos propuestos [6]. Algunos ejemplos de técnicas didácticas en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje, se consideran: exposición, desarrollo de proyectos de aula, estudios de caso, método de preguntas, simulación, juegos pedagógicos, juegos de roles, panel de discusión, lluvia de ideas, retos, uso de software, entre otros.

III. ASPECTOS Y NECESIDADES PRESENTES DE LA DIDÁCTICA EN LA INGENIERÍA

De acuerdo con los resultados presentados en un artículo que hace parte de la agenda de investigación del Centro de Innovación Educativa Regional-Región Centro, de la Universidad Nacional de Colombia, dentro de los aspectos del desempeño docente que los estudiantes consideran constituyen una buena clase en ingeniería, la metodología

representa el mayor porcentaje de importancia; factores como las actividades y estrategias que hacen o no agradables las sesiones de la clase (uso de herramientas físicas, conceptuales o informáticas, participación del estudiante en el desarrollo de la clase, entre otros), la retroalimentación y explicación del tema haciendo uso de ejemplos y talleres y el uso de analogías y aplicaciones en contextos reales cotidianos [7], resultan ser los más críticos al momento del aprendizaje.

Cuando el proceso de enseñanza-aprendizaje se basa en la metodología tradicional del docente impartiendo cátedra en el aula de clase, la mayoría del tiempo la única actividad que el estudiante realiza es escuchar, y cuando sólo se escucha, lo escuchado tiende a olvidarse. Según la pirámide del aprendizaje [8], se aprende sólo el 20% de lo que se escucha y se lee, y es aquí donde se estructura un estilo pasivo de enseñanza-aprendizaje en el aula de clase.

Hay una diferencia importante entre la velocidad a la que es capaz de hablar el docente y a la que es capaz de escuchar el estudiante. Un docente puede emitir entre 100 y 200 palabras por minuto, mientras que un estudiante que logre estar muy concentrado en la clase, puede registrar entre 50 y 100 palabras por minuto, por lo cual lograr la transmisión completa del mensaje en un aula donde los estudiantes no son homogéneos y algunos de ellos requieren diferente información a un ritmo diferente, resulta utópico [9].

Cuando el docente incluye otros elementos diferentes en sus clases que le permitan al estudiante aprovechar el proceso enseñanza-aprendizaje con actividades diferentes a solo “escuchar”, su atención aumenta, por consiguiente, la inclusión de otros elementos de transmisión del mensaje que incluyan aspectos visuales y prácticos mejorará el proceso a través del cual se logra el fin último de la enseñanza: el aprendizaje.

Han sido múltiples los esfuerzos seguidos por los docentes alrededor del mundo y de todas las disciplinas en busca de facilitar el aprendizaje de sus estudiantes, dentro de los cuales se destacan aquellos que están asociados al hacer como el motor del aprendizaje. Schank, citado por Godoy, afirma que “aprendemos haciendo, teniendo nuevas experiencias e intentando integrarlas en nuestra estructura existente de memoria” [10], lo cual, abre un gran espectro de posibilidades de implementación de estrategias didácticas en el aula.

IV. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS EFECTIVAS EN INGENIERÍA

Uno de los componentes críticos que apunta a la calidad en la educación de los ingenieros, plantea la inclusión de estrategias para un aula efectiva, basadas en el contexto, tales como el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje basado en indagación y talleres de ejercitación y para acelerar el aprendizaje como el aprendizaje con pares, el aprendizaje cooperativo y el aprendizaje con tutor o mentor [11].

El aprendizaje basado en problemas, es una estrategia didáctica que facilita el trabajo interdisciplinario, dentro del aula se aborda la solución de problemas para lo que se requiere la integración de saberes; esta estrategia permite

brindar a los estudiantes ambientes simulados de trabajo, lo cual les permite potenciar sus habilidades para el aprendizaje, la investigación y el trabajo colaborativo, y replantea el rol del docente de transmisor a motivador de la búsqueda de conocimiento. Aunque esta estrategia didáctica permite su aplicación directa en el aula de clase, resulta especialmente importante que se apoye en otras herramientas didácticas virtuales y computacionales de modo que se facilite la interacción docente-estudiante y se puedan aprovechar los beneficios que trae consigo la no presencialidad [12].

El aprendizaje basado en proyectos consiste en plantear una situación que refleja una problemática real, y que involucre el trabajo colaborativo hacia el diseño y desarrollo de un proyecto, en el que, siguiendo unas pautas marcadas por el docente, cada integrante del proyecto asume un rol específico encaminado a un objetivo a cumplir [13]. Implica un entrelace entre lo teórico y lo práctico, y por consiguiente, se requiere que los estudiantes tengan unos precedentes teóricos para poder desarrollar un proyecto [14].

El aprendizaje cooperativo, o aprendizaje entre iguales o entre colegas, parte del principio educativo de que para un niño, el mejor maestro es otro niño [15]. Involucra participación del alumno, debidamente orientada, guiada e intencionada, bidireccionalidad, intencionalidad y trascendencia necesaria en el proceso de enseñanza-aprendizaje entre el que guía y orienta la actividad, el aprendiz, y la cooperación entre pares [16].

El aprendizaje activo, o aprender haciendo, estrategia que se centra en un proceso de apropiación del conocimiento, sobre bases del hacer. Este estilo de aprendizaje se orienta a generar una participación más detallada por parte del alumno, busca que sus objetivos de aprendizaje se refieran a encontrarle significado y comprensión [17].

V. TÉCNICAS DIDÁCTICAS EN INGENIERÍA

Para la enseñanza de la ingeniería, técnicas didácticas como explicaciones basadas en casos, estudios de casos, herramientas virtuales, herramientas computacionales, simuladores, laboratorios físicos, laboratorios virtuales, gestores bibliográficos, software especializado, entre otros, han mostrado resultados exitosos.

La implementación de laboratorios virtuales para fortalecer lo aprendido en clase y para estimular el aprendizaje autónomo, ha resultado ser una estrategia que, además, suple la carencia de los laboratorios físicos en las instituciones educativas [18]. Así mismo, el uso de gestores bibliográficos y repositorios institucionales permite al estudiante el acceso a archivos digitales de diferentes tipologías, que le facilita sus procesos de investigación e investigación formativa, al permitir el acceso libre sin restricciones legales ni económicas para sus usuarios [19].

El uso de software libre para la educación e inclusive para la investigación y la implementación de laboratorios a distancia a través del uso de software de control, internet y dispositivos móviles, coinciden con los resultados nombrados anteriormente. Gracias a ellos, se ha evidenciado la reducción de costos y uso de espacios para las instituciones educativas, se ha fomentado el trabajo autónomo, se ha estimulado el

interés por la investigación por fuera del aula de clase y se ha liberado tiempo tanto de docentes como de estudiantes, tal como lo muestran estudios de la Universidad del Rosario [20] y la Universidad de la Sabana en Bogotá [21].

VI. UNA TÉCNICA DIDÁCTICA DE INTERÉS EN INGENIERÍA INDUSTRIAL EN COLOMBIA

Técnicas basadas en el juego, complementan el proceso de enseñanza-aprendizaje en diferentes asignaturas de esta disciplina. Brindan ambientes simulados de trabajo, mejorando el desarrollo de capacidades y habilidades como el liderazgo, el trabajo en equipo, la toma de decisiones, entre otras, que facilitan el aprendizaje de las temáticas de un área en particular, logrando con ello que el estudiante se motive y refuerce tanto su autoestima como los conocimientos previos ya adquiridos en clase a través de metodologías tradicionales de enseñanza [22].

Se conoce como lúdica, lo referente a expresión, comunicación a través de diferentes sentidos, que produce diversas emociones, y fomenta el desarrollo psicosocial, en donde mediante una amplia gama de actividades donde interactúan el placer, el gozo, la creatividad y el conocimiento, permite la adquisición de saberes desde una perspectiva de aprendizaje activo [23].

En Colombia, la enseñanza de la Ingeniería Industrial por medio de juegos, ha sido estudiada, desarrollada e impulsada por la Red para la Investigación, Desarrollo y Divulgación de los procesos de Enseñanza Aprendizaje a través de la Lúdica (Red Iddeal), la cual propone la generación de espacios mediados por juegos pedagógicos que constituyen una actividad de aprendizaje y contribuyen a la activación del pensamiento y desarrollo de capacidades intelectuales, ya que están presentes la participación, el dinamismo, el entretenimiento, el desempeño de roles y la competencia [24]. Como base de la Red Iddeal, se encuentra el desarrollo de contextos acordes para apropiar, aprehender y vivenciar el proceso de aprendizaje: los Micromundos, escenarios que reflejan ciertas situaciones de la realidad, a pequeña escala, útiles para la construcción y desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje [25].

Estos micromundos están acompañados por objetos transicionales, objetos materiales en los cuales se les da cierta representación, atribuyéndole funciones al campo de la imaginación [26], y entidades públicas, cuando el aprendiz está conscientemente involucrado en su proceso de aprendizaje, que es público (discutido, examinado, probado o admirado) [27].

Adicionalmente, se constituye como la base de los juegos pedagógicos para Ingeniería Industrial en Colombia, el término práctica lúdica de enseñanza-aprendizaje [28], cuya base promueve el aprendizaje constructivo, experiencial [29], situado y colaborativo [30], como estrategias para lograr aprendizajes significativos [31].

Dichas prácticas lúdicas han sido exploradas, ajustadas, desarrolladas y evaluadas en diferentes escenarios de formación en Ingeniería Industrial. Las memorias de cada uno de los encuentros de la Red Iddeal (que se encuentran en el link www.grupogela.net), muestran una distribución de

estas prácticas que han sido desarrolladas en las Instituciones de Educación Superior que pertenecen a esta Red. Áreas como Operaciones, Logística, Control de Calidad, Finanzas, Estadística, Investigación de Operaciones, Seguridad y Salud en el Trabajo y Talento Humano, han sido escenarios propicios para la puesta en escena de este tipo de técnica didáctica. Ejemplos puntuales se proponen desde cursos como: Ingeniería de Métodos, con una serie de prácticas desarrolladas y evaluadas desde el punto de vista cualitativo [32]; Manufactura esbelta, donde se recrea un escenario de producción y se miden sus resultados antes y después de la apropiación del tema por parte de los estudiantes [33]; Control de Calidad donde se hace uso de una práctica para desarrollar el análisis de cartas de control [34]; Gestión de Operaciones I, Gestión de Operaciones II, Administración de la Producción y los Servicios, Lean Manufacturing y Logística Integral, donde se ilustra una manera de articular diferentes prácticas con enfoque lúdico, según el modelo pedagógico de la institución universitaria [35].

En cuanto a su medición, se encuentran algunas propuestas de evaluación en diferentes escenarios de la Ingeniería Industrial. Rocha propone una metodología experimental para lograr una medición cuantitativa del impacto que puede generar en el proceso de formación del ingeniero industrial [36]; por su parte, Montes, Hernández y López proponen un cuasiexperimento, (considerado un diseño de investigación donde se controlan algunas de las variables de estudio, y se establece un grupo control y otro experimental), para validar la didáctica en un proceso productivo [37]; Arango, Rocha y Rueda evalúan los efectos en el proceso de aprendizaje del ingeniero en formación, utilizando una metodología de diseño experimental por factores ($2k$) [38]; en escenarios particulares como Investigación de Operaciones, Mejía involucra un cuasiexperimento para validar el impacto de las prácticas lúdicas en el desarrollo de contenidos relacionados con Cadenas de Markov y Teoría de Colas [39], involucrando también un complemento a través de un análisis cualitativo.

En consecuencia, se está considerando a los juegos pedagógicos como una técnica didáctica útil en el proceso de enseñanza-aprendizaje en Ingeniería Industrial. Se deben considerar como parte del quehacer continuo de los procesos de enseñanza-aprendizaje, como herramienta primordial del aprendizaje significativo [40].

Como uno de los intereses específicos de este artículo, se desea indagar acerca de las técnicas didácticas que se han abordado a lo largo de los últimos 20 años para la enseñanza de asignaturas como Control de Calidad e Investigación de Operaciones, dada el área de desempeño de las autoras.

VII. TÉCNICAS DIDÁCTICAS PARA LA ENSEÑANZA DE CONTROL DE CALIDAD

Desde la enseñanza en la asignatura Control de Calidad, es pertinente abordar como preámbulo las herramientas de este tipo usadas para la enseñanza de las asignaturas de Estadística en general, pues éstas constituyen la base sobre la cual se apoya la primera. Las asignaturas relacionadas con la disciplina estadística, suelen impartirse de manera general dentro de las ingenierías, siendo de particular interés para

este artículo los casos de las estrategias didácticas para la enseñanza de la Estadística dentro de los currículos de la Ingeniería Industrial.

Hacia la década del 90 del pasado siglo, diferentes universidades en diferentes países se cuestionaban al respecto. Los expertos de la época recomendaban que el ejercicio docente incluyera el estudio de problemas reales y se cuestionaban sobre el trasfondo filosófico que implicaba la enseñanza de la Estadística en Ingeniería, pues a su parecer no se trataba de que los estudiantes de ingeniería se convirtieran en estadísticos, sino en entregarles “un conjunto de conceptos, métodos y herramientas que deben permitir al ingeniero contrastar sus teorías, modelos o intuiciones con datos”, y ya en ese momento consideraban la importancia de que el estudiante manejara datos reales y diseñara experimentos por sí mismo y usara ordenadores y paquetes estadísticos [41].

Afirmaban que, al ser la Estadística una asignatura experimental, deberían incluirse como parte de sus didácticas de impartición, métodos activos de aprendizaje, un aula o laboratorio informático, aplicación de ejercicios específicos orientados al aprendizaje de conceptos específicos y uso de simuladores [42]. Para la primera década de este siglo, se afirmaba que el uso de Internet, ordenadores, calculadoras gráficas y otro tipo de aplicaciones tecnológicas, promoverían nuevas formas de enseñanza y aprendizaje de la Estadística a nivel mundial [43].

Para la enseñanza de la Estadística dentro de los programas de ingeniería, existen casos exitosos basados en el uso de herramientas computacionales y en el uso de software libre. A través de lenguaje de programación *Hot Potatoes*, pueden diseñarse pantallas de presentación con botones de hipervínculo para acceder a ejercicios interactivos para que el estudiante practique y se autoevalúe, lo cual resulta especialmente útil para la enseñanza de la Estadística Descriptiva [44]. El uso de software libre proporciona ventajas para la enseñanza de la Estadística en aquellos casos donde no es posible cubrir los costos de licenciamiento de software estadístico especializado; este tipo de programas informáticos proveen características de robustez y buenas propiedades de graficación y resultan de mucho interés para aplicaciones estocásticas generales e incluso para complementar otros programas [45].

El uso de hojas de cálculo ha permitido que los docentes logren la asimilación de los conceptos asociados al diseño experimental dentro de la Estadística en cursos más avanzados, lo cual resulta de especial interés dadas las dificultades propias de sus conceptos estadísticos; esta opción de estrategia didáctica facilita el aprendizaje de conceptos y simplifica los mecanismos. “Dispone de ocho tipos diferentes de hojas de trabajo: edición de datos, cálculo de efectos, diagrama de efectos, diagrama de efectos de Pareto, gráfico de probabilidad normal de los efectos, cálculo de la suma de los cuadrados, tabla ADEVA, y análisis de los residuos” [46].

Así mismo, los casos prácticos que incluyan datos reales, resultan ser otra herramienta didáctica a considerar; estos requieren que los estudiantes hayan apropiado conocimientos

previos del área de informática para el manejo de algunos programas informáticos y una base sólida de matemática pero, a pesar de ello, mejoran la calidad del proceso enseñanza-aprendizaje, al generar motivación y estimular nuevos aprendizajes [47].

Similar a lo anterior, estrategias didácticas de aprendizaje activo que establezcan la relevancia y significado de los conceptos estadísticos a través de estudio de casos o escenarios permiten el desarrollo del razonamiento estadístico; el docente dentro del escenario propuesto “evalúa los conceptos estadísticos introducidos, las propuestas de intervención en el aula, las respuestas de los alumnos y la autoevaluación que hacen de su propio aprendizaje” y la evaluación se basa en la elaboración de una matriz DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas, Amenazas) [48].

La enseñanza de las probabilidades dentro de las asignaturas de Estadística, muestra un caso exitoso a través de la integración de nuevas tecnologías y lúdicas; esta estrategia didáctica propone la caracterización de ideas previas que el estudiante tiene del tema, se analizan y a partir de ese análisis se diseñan unidades didácticas que incluyen actividades lúdicas y uso de tecnologías de información y comunicación, que permiten la intervención docente [49]. Así mismo, el uso de mapas conceptuales para crear una red de conceptos, acompañado de la explicación verbal de cada tema, de la relación de los contenidos con las vivencias del estudiante y de la experimentación a través de laboratorios y talleres, ayudan a la conceptualización del tema, lo que contribuye a un aprendizaje duradero y comprensivo y por tanto, significativo [50].

Los laboratorios físicos donde se ejecuten prácticas de Estadística en diversos temas, apoyados en el uso de elementos físicos de simulación, instrumentos de medición, ayudas didácticas como tableros, marcadores de colores, video beam, equipos de cómputo y un adecuado grupo de guías de laboratorio, pueden combinarse como una estrategia didáctica presencial para acercarse a los conceptos estadísticos [51].

Desde el Control de Calidad, como asignatura específica dentro de algunos programas de Ingeniería Industrial, el uso de herramientas virtuales ha mostrado ser exitoso. La implementación de un laboratorio virtual aprovechando las instalaciones de cómputo ya existentes, resulta una alternativa eficiente al no requerir altas exigencias frente a las características de los equipos, ni el uso de software especializado estadístico pues se apoya en el uso de software que opera bajo Windows, como la hoja de cálculo, el procesador de texto y el asistente de dibujo [52].

El uso de una lúdica dentro de la cual se simula una línea de producción se muestra como otra estrategia didáctica a considerar; en ella, el micromundo simulado incorpora las dificultades propias de un proceso productivo, desde su diseño hasta su operación. La lúdica así concebida, requiere de un producto a manufacturar en línea, con características de calidad tipo variables y tipo atributos con el fin de obtener los datos para elaborar los gráficos de control, poco costoso para que no represente una alta inversión por parte de los estudiantes o por parte de la institución educativa. Una lúdica

así concebida, puede llevarse a cabo al interior de un aula de clase o en un laboratorio físico destinado para ello [34].

Un espacio físico tipo laboratorio, con equipamiento y materiales didácticos basados en la manufactura esbelta puede desarrollar competencias disciplinares que faciliten el aprendizaje de los estudiantes; la simulación de una producción continua manual de bienes que incluya elementos controlados propios de equipo, demanda de cliente y otras variables de manufactura, que requieran del estudiante la aplicación de herramientas de mejora de proceso para la entrega de producto conforme, a tiempo, respondiendo a demandas específicas de mercado y de servicio especificados, resulta una experiencia exitosa de aplicación de técnicas didácticas para un gran grupo de asignaturas del programa de Ingeniería Industrial, dentro de las cuales el tema de control estadístico de la calidad resulta especialmente beneficiado por la aplicación de esta técnica didáctica [53].

VIII. TÉCNICAS DIDÁCTICAS PARA LA ENSEÑANZA DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

Desde la Investigación de Operaciones, diferentes docentes se han preocupado por generar nuevos espacios de aprendizaje de los conceptos que allí se abordan.

A lo largo de la historia de la enseñanza de la Investigación de Operaciones, se ha conocido que durante las décadas de 1970 y 1980, las técnicas de optimización tanto lineal como estocástica, fundamentaban su enseñanza desde una metodología magistral, ofreciendo un enfoque estándar para los cursos introductorios a la Investigación de Operaciones [54]. Fue cuando desde áreas, como la administración de negocios, entre las décadas de los 80s a los 90s, comenzaron a cuestionarse sobre la posibilidad de orientar la Investigación de Operaciones desde escenarios de aplicación [55], y analizaron posibilidades de incorporar este campo de estudio en sus currículos.

La Investigación de Operaciones constituye una serie de técnicas matemáticas de optimización, donde se deben tener en cuenta tres tipos de conocimiento: el procedimental (analizar un sistema, seleccionar y formular un modelo, ejecutar un algoritmo, implementar la solución, validar), el declarativo (conocer la historia de la Investigación de Operaciones, definiciones básicas, propiedades, conceptos, relaciones, principios, teoremas), y el condicional (cuándo y por qué analizar sistemas, cuándo y por qué utilizar programación lineal u otra técnica) [56]; y para lograr un aprendizaje profundo, según este autor, se requiere del desarrollo de técnicas de aprendizaje activo, que promuevan la creación de oportunidades que potencien los tres tipos de conocimiento. El aprendizaje activo es una de las metodologías que diferentes autores proponen, desde hace casi 3 décadas atrás, para mejorar el proceso de aprendizaje de la Investigación de Operaciones. Cambiar el ambiente de la clase durante un momento de lectura, le facilita al docente capturar o re-capturar la atención de sus estudiantes [57]. El aprendizaje activo también motiva a cambiar el nivel de responsabilidad del docente, generándole más espacios de interacción al estudiante, y por ende, incrementa su participación como rol activo en la educación [58].

Diferentes técnicas didácticas, con base en el aprendizaje activo, hoy en día se desarrollan y promueven los procesos formativos donde el contenido de Investigación de Operaciones cobra importancia.

La simulación de procesos constituye en sí, una herramienta didáctica clave para el proceso de aprendizaje situado y experiencial en el estudiante, dado que permite mejorar la comprensión de escenarios de espacio-tiempo requeridos para propiciar ambientes virtuales de aprendizaje [59], además de realizar análisis de sensibilidad en el sistema de estudio, sin necesidad de incurrir en costos por efectuar dichos cambios en la realidad.

El uso de TIC con propósitos educativos en el campo de la Investigación de Operaciones refleja una especial importancia cuando, por ejemplo, se articulan el uso de una página web con contenido de las herramientas de Investigación de Operaciones, como apoyo complementario al proceso de enseñanza-aprendizaje [60]; como también cuando se propone un entorno personalizado de aprendizaje (PLE por sus siglas en inglés), con miras a proponer el curso de Investigación de Operaciones en programas ofertados en la modalidad virtual o a distancia [61]. El uso de TIC ha modificado la forma cómo se accede a la información, permitiendo la incorporación de nuevas formas de estudio, por lo cual hacen parte de diversas áreas de conocimiento, aportando con ello a los procesos de enseñanza-aprendizaje [62].

En cuanto a las técnicas relacionadas con prácticas lúdicas con propósitos educativos, se cuenta con las experiencias de [63], donde hacen uso de un escenario de juego a través de canicas para enseñar conceptos importantes de programación lineal; [64] para el caso de una técnica multicriterio; [65] para promover la enseñanza de la Dinámica de Sistemas.

IX. MI QUÉ HACER DIDÁCTICO EN CONTROL DE CALIDAD

Para la enseñanza de la asignatura Control de Calidad, la ingeniera López se vale del soporte virtual, el estudio de casos de industrias nacionales y otros casos internacionales y el componente bilingüe.

El soporte virtual lo hace a través del uso de la plataforma Moodle de uso de la Universidad Católica de Pereira, mediante la cual, los estudiantes tienen acceso al material teórico y práctico que requieren durante todo el semestre para ser consultado antes, durante y después de las clases magistrales impartidas. Al ingresar a la plataforma, se encuentra una primera parte introductoria donde el estudiante encuentra su plan de curso, las reglas del curso en las que se le aclara que este recurso virtual es para apoyo de su asignatura pero que la misma tiene asistencia presencial obligatoria; además, encuentra la presentación docente y la del curso, la conducta de entrada y la pregunta problematizadora de la asignatura.

Seguidamente, el curso se presenta a través de 4 unidades didácticas que contienen lo que se ha denominado “cortes”, dentro de los cuales se encuentran los Objetos Virtuales de Aprendizaje – OVAS, que los estudiantes siguen para el ingreso al curso. Estos cortes coinciden con cada uno de los parciales o actividades calificativas programadas para la asignatura.

Cada OVA muestra, a su vez, Ambientación – Contenido – Recursos – Actividades. El OVA **Ambientación** contiene uno o varios videos que muestran la relevancia de los temas que trata el respectivo corte, acompañados de una frase de reflexión al respecto. El OVA **Contenido** presenta la teoría que se imparte en la clase a través de unidades, lo cual le permite al estudiante contar con sus apuntes de clase de manera anticipada, consultarlos para preparar sus exámenes y talleres y apoyarse en ellos cuando faltan a clase. El OVA **Recursos** trae lecturas complementarias, ejemplos resueltos, tablas de constantes y demás material que va a requerirse dentro de la clase, diferente a la teoría que se presenta en el OVA de contenido. Finalmente, el OVA **Actividades** explica el procedimiento a seguir, el tipo de evaluación a presentar y la fecha programada de cada actividad de tipo evaluativo programado para el semestre.

Cuando las actividades evaluativas requieren el envío de archivos por parte de los estudiantes, se habilita un ícono especial para ello por fuera del OVA, de modo que aparezca en el primer pantallazo que el estudiante encuentra cuando ingresa al curso en la plataforma.

El estudio de casos de industrias nacionales se hace a través de la presentación de ejemplos que la docente resuelve en clase, basados en información real de diferentes industrias colombianas; a medida que la docente va resolviendo el caso, el estudiante sigue los pasos, uno a uno, hasta que culmina el ejemplo completo. Para esta actividad, los estudiantes requieren el uso de equipos de cómputo y hoja de cálculo y la docente de un equipo de cómputo, video beam, tablero y marcadores de colores. Los ejemplos resueltos aparecen además en el OVA de **Recursos** de la plataforma virtual del curso.

El estudio de casos internacionales se hace a través de la asignación de lecturas de artículos de revistas especializadas en calidad, las cuales son incluidas dentro de los elementos a evaluar de cada corte. Una parte de las lecturas se encuentra en inglés y otra en español; en el OVA de **Recursos** se crea un hipervínculo a las lecturas en español y para las lecturas en inglés se presenta una instrucción que lleva al estudiante a buscar la revista en la biblioteca de la universidad. De este modo, se estimula el aprendizaje de tópicos propios de la asignatura, el bilingüismo y el uso de los recursos bibliográficos de la biblioteca.

El componente bilingüe se maneja a través de dos medios. Por un lado, los 10 primeros minutos de cada clase se orientan en idioma inglés; se hace un recordatorio de la clase anterior, se introduce el nuevo tema a presentar y se hace uso de lenguaje técnico propio de la asignatura para que el estudiante refuerce sus habilidades *listening* y se familiarice con los términos especiales en idioma inglés. Por otra parte, las lecturas asignadas en idioma inglés que se trataron en el párrafo anterior se incluyen dentro de los parciales evaluativos de la asignatura, como una segunda parte opcional de los mismos; al ser opcional, el estudiante decide si contesta las preguntas o no y, en caso de hacerlo y hacerlo bien, se le reconocen décimas adicionales en el parcial que está presentando o se le asignan a otra actividad evaluativa en caso de que la nota obtenida en el parcial sea 5.

X. MI QUEHACER DIDÁCTICO EN INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

Para la enseñanza de la asignatura Investigación de Operaciones, la ingeniera Mejía se vale de casos de estudio, uso de software, lúdicas y análisis de artículos científicos.

Los casos de estudio se usan para formular problemas de optimización lineal y estocástica. Se plantean casos con información obtenida de datos reales, donde el estudiante debe realizar cálculos previos y consulta de información adicional para identificar variables de decisión, definir objetivo de la modelación y plantear restricciones.

El uso de software apoya el desarrollo de modelos. Se utilizan diferentes tipos de software, y se acude especialmente al Excel, (con sus diferentes complementos para optimización: Solver, POM QM), de tal forma que el estudiante pueda analizar los diferentes resultados de la modelación, y pueda construir plantillas genéricas en diferentes tipos de modelación.

En cuanto a las prácticas lúdicas de enseñanza aprendizaje, se diseñan y desarrollan diferentes micromundos, con base en diferentes contextos, para que, por medio del enfoque lúdico, el estudiante pueda asumir roles específicos y explorar la toma de decisiones con apoyo de herramientas de Investigación de Operaciones [66], [67], [68].

El análisis de artículos científicos se orienta de acuerdo a cada técnica de Investigación de Operaciones que se esté orientando; se utilizan diferentes artículos científicos, donde se ilustren aplicaciones de dicha herramienta, para que los estudiantes conozcan en detalle el proceso de modelación (estocástica o determinística), que les ayude a consolidar su proceso de aprendizaje.

XI. REFLEXIONES DE LAS AUTORAS

El éxito del uso de Moodle como apoyo virtual a la asignatura Control de Calidad, depende de varios factores. Por una parte, las condiciones de conexión, flexibilidad, diseño y demás derivadas del uso de Moodle como plataforma de apoyo. Por otra parte, la actualización e inclusión de nuevos elementos dentro de cada OVA, como los videos, los casos nacionales y los internacionales. Y lo más importante, el acompañamiento permanente de parte de la Oficina de Virtualización de la Universidad Católica de Pereira, que se encarga de la capacitación de los docentes para el manejo de Moodle y para el diseño de los cursos y de la capacitación de los estudiantes para el acceso al mismo.

El uso de actividades lúdicas para el proceso de enseñanza-aprendizaje permite involucrar de manera práctica y participativa al estudiante. Evidencia de ello la generan en su mismo proceso de evaluación de la asignatura de Investigación de Operaciones, cuando surgen comentarios como “la clase se hace más divertida”, “entiendo con mayor claridad cómo aplicar esto en la empresa”, entre otros.

Existe motivación por aprender cuando la práctica se realiza debidamente orientada, y alineada a los objetivos del curso. La Universidad Autónoma de Occidente propicia un espacio idóneo con su oferta de laboratorios en el desarrollo de las prácticas con su equipo de laboratoristas capacitado.

También, desde el punto de vista microcurricular, es importante destacar que los desarrollos de estas mismas prácticas requieren de un proceso de articulación con los objetivos del programa, y a su vez con los objetivos pedagógicos a los que se ha comprometido la institución educativa. Esta articulación resulta conveniente a la hora de generar un proceso de formación del Ingeniero Industrial conectado con diferentes aplicaciones que desde otras asignaturas se puedan generar, y que requieran del uso de herramientas de Investigación de Operaciones, vistas en el curso, con el apoyo de este tipo de técnica didáctica.

El estudiante cobra especial importancia como agente protagonista de su proceso de aprendizaje, tal y como lo describe Carrasco [4], “nadie aprende si no quiere”; pero también cobra importancia el rol del docente como facilitador y conector de elementos claves del proceso de enseñanza como motivación, deseo por aprender, desafío y creatividad; es por esto que el docente debe conocer claramente la forma cómo puede “conectar” a sus estudiantes para generar procesos de aprendizaje significativos. Y es por medio del desarrollo de estrategias didácticas que se puede lograr.

Cuando el aprendizaje es pasivo, el estudiante va al encuentro sin curiosidad, sin preguntas y sin interés por el resultado (excepto, tal vez, por la nota que recibirá). Cuando el aprendizaje es activo, el alumno está buscando algo. Quiere una respuesta a una pregunta, necesita información para resolver un problema o busca una manera de realizar una tarea [9]. De esta manera, generar estrategias didácticas que estén alimentadas por diferentes técnicas que involucren el hacer en el estudiante, (asumiendo roles disciplinares, interactuando con sus compañeros y poniendo a prueba sus decisiones), hace que el proceso de enseñanza-aprendizaje estreche más los lazos comunicativos entre los elementos que intervienen en dicho proceso.

Las técnicas didácticas que se pueden desarrollar en cursos como Investigación de Operaciones y Control de Calidad tienen relación con la estrategia de aprendizaje activo, ya que el desarrollo de ellas permite una participación del estudiante en la mayor parte del tiempo, haciendo un proceso de enseñanza-aprendizaje más dinámico, participativo, incluyente, y en definitiva, significativo.

Resulta importante preguntarse por una mayor profundidad en el escenario de evaluación y medición del impacto de estas técnicas didácticas en el proceso de formación del Ingeniero Industrial en particular. Como recomendación, se propone acentuar un siguiente texto en los sistemas de evaluación que actualmente se desarrollan en los programas de Ingeniería Industrial en Colombia, y contrastar el desempeño académico del estudiante en relación con las técnicas didácticas impartidas por sus docentes.

Como lo menciona Papert “...el mejor aprendizaje no vendrá de encontrar las mejores formas para que el profesor instruya, sino de darle al estudiante las mejores oportunidades para que construya”[69].

XII. CONCLUSIONES

De acuerdo con la revisión bibliográfica realizada, la enseñanza de la ingeniería, la Ingeniería Industrial y muchas

de sus asignaturas, se complementa con la aplicación de técnicas didácticas que se basan en el uso de la virtualidad, el software, los equipos de cómputo, los elementos físicos incluidos en un espacio como el aula o el laboratorio, el estudio de casos y las lúdicas, lo cual da cuenta de diferentes formas de estimular el aprendizaje activo por parte de los estudiantes y de facilitar la enseñanza por parte de los docentes, complementa y moderniza el proceso enseñanza-aprendizaje de nuestras instituciones educativas.

Se reconocen diferentes técnicas didácticas aplicadas en el entorno de la Ingeniería Industrial, especialmente el uso de actividades lúdicas de enseñanza-aprendizaje en Colombia, donde diferentes grupos de investigación, semilleros y grupos de estudios en esta disciplina, se han preocupado por generar un desarrollo de diferentes escenarios por medio del juego, para fortalecer competencias variadas, generales y específicas, en la formación de nuestros ingenieros.

Para el caso de fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje en Control de Calidad e Investigación de Operaciones, se evidencia la existencia de autores que resaltan la importancia de aplicar diferentes técnicas didácticas, encaminadas siempre a mejorar el proceso de aprehensión del conocimiento por parte del estudiante.

REFERENCIAS

- [1] De Camilloni, A., et. al, *El saber didáctico*, Editorial Paidós, 2007.
- [2] Tardiff, M., *Los saberes del docente y su desarrollo profesional*, Editorial Narcea, 2004.
- [3] Escudero, J. M., *Modelos didácticos*, Oikos-Tau, 1981.
- [4] Carrasco, J., *Una didáctica para hoy*, Ediciones Rialp, S.A., 2004.
- [5] Herrera, M. A., “Las nuevas tecnologías en el aprendizaje constructivo”, *Revista Iberoamericana de Educación*, 34(4), pp. 1-20, 2004.
- [6] Instituto Tecnológico de Estudios Superiores Monterrey, ITESM, “Qué son técnicas didácticas”, 2010. [Online]. Disponible en: http://sitios.itesm.mx/va/dide2/tecnicas_didacticas/quesontd.htm.
- [7] Zuluaga-Rendón, Z., Corredor, J., Quintero, J., Ramírez-Echeverry, J., & Olarte, F., “¿Qué es una buena clase en ingeniería desde el punto de vista de los estudiantes?”, *Educación en Ingeniería*, 12(23), pp. 83-92, 2017.
- [8] Prieto, A., *La pirámide del aprendizaje*, Einnova, 2012.
- [9] Silberman, M., *Aprendizaje activo*, Editorial Troquel S.A., 1998.
- [10] Godoy, L., “Una Revisión del Programa de Investigación sobre Aprendizaje Activo en un Ambiente Simulado desde la Perspectiva de la Educación en Ingeniería”, *Latin American and Caribbean Journal of Engineering Education*, 3(2), pp. 61-75, 2009.
- [11] Duque, M., Celis, J., & Camacho, A., “Cómo Lograr Alta Calidad en la Educación de los Ingenieros: Una Visión Sistémica”, *Educación en Ingeniería*, (12), pp. 48-60, 2011.
- [12] Betancourt C., C., “Aprendizaje Basado en Problemas Una Experiencia Novedosa en la Enseñanza de la Ingeniería”, *Educación en Ingeniería*, (2), pp. 45-51, 2006.
- [13] Rebollo, S., “Aprendizaje basado en proyectos. Innovación y experiencias educativas”. *Revista Innovación en Experiencias Educativas*, (24), pp. 1-6, 2010.
- [14] López, N, Aprendizaje basado en proyectos. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo, 2016. [Online]. Disponible en: <http://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/handle/123456789/17356>.
- [15] Slavin, R., Calderón, M., *Effective programs for Latino students*. Mahwah, NJ: Laurence Erlbaum Associates, 2000.
- [16] Ferreiro, R, “Una visión de conjunto a una de las alternativas educativas más impactante de los últimos años: El aprendizaje cooperativo”, *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 9(2), pp. 1-9, 2007.
- [17] Schwartz, M. Pollishuke, M., *Aprendizaje activo: una organización*

- de la clase centrada en el alumnado, segunda edición, Narcea Ediciones, 1998.
- [18] Lorandi M., A., Hermida S., G., Hernández S., J., & Ladrón de Guevara D., E., “Los Laboratorios Virtuales y Laboratorios Remotos en la Enseñanza de la Ingeniería”, *Revista Internacional de Educación en Ingeniería*, (4), pp. 24-30, 2011.
- [19] Texier, J., De Giusti, M., Oviedo, N., Villareal, G., & Lira, A., “El Uso de Repositorios y su Importancia para la Educación en Ingeniería”, *World Engineering Education Forum WEEF. Educación en Ingeniería para el Desarrollo Sostenible y la Inclusión Social*, Argentina, 2012.
- [20] Rodríguez D., W., “Software Libre para Educación e Investigación en Ingeniería”, *Educación en Ingeniería*, 9(18), pp. 12-22, 2014.
- [21] Agudelo O. & Beltrán S., “Cómo implementar prácticas de laboratorio en educación a distancia”, *Educación en Ingeniería*, 19(18), pp. 144-156, 2014.
- [22] Marín G., Y., Ramos D., A., Montes de la B., J., Hernández R., H., & López P., J., “Juego Didáctico, Una Herramienta Educativa para el Autoaprendizaje en la Ingeniería Industrial”, *Educación en Ingeniería*, (12), pp. 61-68, 2011.
- [23] Yturalde, E. ¿Qué es Lúdica?. Disponible en: www.ludica.org
- [24] Jukorskaia, R. I., *El juego y su importancia pedagógica*, Editorial Pueblo y Educación, 1992.
- [25] Gross, B., “La inteligencia artificial y su aplicación en la enseñanza”, *Comunicación, Lenguaje y Educación*, (13), pp. 73-80, 1992.
- [26] Winnicott, D.W., *Realidad y juego*, Gedisa, segunda edición, 1982.
- [27] Papert, Seymour, *La máquina de los niños*, Ediciones Paidós, 1995.
- [28] Dávila, J. G., “Delimitación conceptual de las prácticas lúdicas con propósitos educativos”, *III Encuentro de la Red Ideal*, Universidad Tecnológica de Pereira, pp. 499-511, 2014.
- [29] Kolb, D., *Experiential Learning: Experience as the source of learning and development*, Prentice Hall, 1939.
- [30] Barkley, E., Cross, K., & Major, C., *Técnicas de aprendizaje colaborativo: manual para el profesor universitario*, Morata, 2012.
- [31] Ausubel, D., *Teoría del aprendizaje significativo*, Fascículos de CEIF, 1983.
- [32] López, D. C., Mejía, L. A., “Aplicación de una lúdica en el salón de clase para enseñanza de la ingeniería industrial. Caso ingeniería de métodos”, *Entre Ciencia e Ingeniería*, (15), pp. 90-99, 2014.
- [33] Pérez, J. L., “El avión de la muda: herramienta de apoyo a la enseñanza-aprendizaje práctico de la manufactura esbelta”, *Revista de la Facultad de Ingeniería*, Universidad de Antioquia, (58), pp. 173-182, 2011.
- [34] Osorio T., J., “Propuesta Lúdica como Estrategia Metodológica para la Construcción de Cartas de Control de Calidad en el Aula de Clase”, Trabajo de grado dirigido por C. Zapata, Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Tecnológica de Pereira, 2014.
- [35] Dávila V., J., “Desarrollo de Actividades de Aprendizaje Activo con Enfoque Lúdico para el Complemento del Proceso de Enseñanza Aprendizaje de la Línea Académica de Administración de Operaciones”, *Revista del Congreso Internacional de Innovación Educativa*, pp. 508-513, 2015.
- [36] Rocha J., Arango, C., “Diseño de una metodología experimental para la medición del impacto de la lúdica en la aprehensión del conocimiento”, *VII Encuentro Red GEIO*, Universidad Central, pp. 6-12, 2011.
- [37] Montes, J., Hernández, H., & Lopez, J. “Impacto de los juegos didácticos como herramienta metodológica en el aprendizaje y la enseñanza de la ingeniería industrial”, *Educación en Ingeniería*, (9), pp. 37-48, 2010.
- [38] Arango C., González, J. Rueda, W. A., “Diseño de lúdicas usando circuito de Cibernética de Primer Orden”, *Excellence in Engineering To Enhance a Country's Productivity*, pp. 1-10, 2012.
- [39] Mejía, L. A., “Enseñanza tradicional vs metodología lúdica. Un diseño experimental para medir el impacto de competencias específicas en una asignatura del pregrado en Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira”, Trabajo de grado, Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Tecnológica de Pereira, 2014.
- [40] Hernández, H., “La lúdica en el aula de Ingeniería: revisión de experiencias”, *Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información*, 2(3), pp 67-71, 2015.
- [41] Peña, D., Prat, A., & Romero, R., “La Enseñanza de la Estadística en las Escuelas Técnicas”, *Estadística Española*, 32(123), pp. 147-200, 1990.
- [42] Peña, D. Reflexiones sobre la Enseñanza Experimental de la Estadística. Departamento de Economía. Universidad Carlos III de Madrid, 1992.
- [43] Batanero, C., *Didáctica de la estadística*, Granada, GEEUG, 2001.
- [44] Casado T., J., Casado T., F., Julio, R., Morales E., L., & Gutiérrez S., “Ejercitador Didáctico Informático de los Contenidos Teóricos Relacionados con la Estadística Descriptiva”, *Multimed*, 16(1), 2012.
- [45] Hernández G., S., & Cuevas A., J., “Programas Informáticos de Uso Libre y Su Aplicación en la Enseñanza de la Estadística”, *Revista Investigación Operacional*, 34(2), pp. 166-174, 2013.
- [46] Gutiérrez M., E., “Una Herramienta Didáctica para el Aprendizaje de las Técnicas de Diseño Estadístico de Experimentos”, *Revista de Enseñanza Universitaria*, (27), pp. 23-31, 2006.
- [47] Campos, C., “Aprendizaje de la Estadística a través de Casos Prácticos”, *II Jornada de Innovación Docente, Tecnologías de la Información y de la Comunicación e Investigación Educativa en la Universidad de Zaragoza*, Zaragoza, 2008.
- [48] Azcárate, P., & Cardeñoso, J., “La Enseñanza de la Estadística a través de Escenarios: Implicación en el Desarrollo Profesional”, *Boletim de Educaçao Matemática*, 24(40), pp. 789-810, 2011.
- [49] Valencia R., O., Vargas S., J., & Gallo G., J., “La Enseñanza de la Estadística. Un Caso de Estudio en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Manizales”, *Educación en Ingeniería*, 7(14), pp. 47-57, 2012.
- [50] Cardona T., J., & Arias, J., “Didáctica para la Enseñanza de la Probabilidad Condicional”, *Entre Ciencia e Ingeniería*, (3), pp. 125-140, 2008.
- [51] Lara C., D., & Tache J., M., “Laboratorio de Prácticas de Control Estadístico para la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Cartagena”, Trabajo de grado dirigido por W. Berrio B., Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Cartagena, 2002.
- [52] Arriola R., M., Ortiz F., F., & Alvarado L., A., “El Concepto de Laboratorio Virtual en la Enseñanza de la Ingeniería”, *Segundo Congreso Virtual sobre Tecnología, Educación y Sociedad*, México, 2013.
- [53] Garay R., C., Rodríguez C., E., & Salinas N., D., “Espacio de Aprendizaje Experiencial: Lean Thinking”, *Revista del Congreso Internacional de Innovación Educativa*, pp. 1399-1409, 2016.
- [54] INFORMS Business School Education Task Force, The report of the operating subcommittee of the INFORMS business school education task force, 1996. [Online], Disponible en: <http://education.forum.informs.org/magnanti.html>.
- [55] Ansio, T.; Kivijarvi, H.; Soismaa, M., “The past, present and future of operations research at the Helsinki School of Economics and Business Administration”, *Interfaces*, 10(3), pp. 83-89, 1980.
- [56] Liebman, J., “Teaching Operations Research: Lessons from cognitive psychology”, *Interfaces*, 28(2), pp. 104-110, 1998.
- [57] Chilcoat G.W., “Instructional behaviors for clearer presentations in the classroom”, *Instructional Science*, 18, pp. 289-314, 1989.
- [58] Cochran, J. J., “Pedagogy in Operations Research: Where has the discipline been, where is it now, and where should it go?”, *Orion*, 25(2) pp. 161-184, 2009.
- [59] Giraldo, J., Toro, C., Jaramillo, F., “Aprendiendo sobre secuenciación de trabajos en un Job Shop mediante el uso de la simulación”, *Formación Universitaria*, 6(4), pp. 27-38, 2013
- [60] Pérez, O., Carrasco, T., “Propuesta didáctica para el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Investigación de Operaciones con el empleo de un sitio web”, *Pedagogía Universitaria*, 18 (5), pp. 122-134, 2013.
- [61] Roque Alayón, Y., Sánchez Díaz, A., López Padrón, A., de Castro Fabre, A. F., & Moura de Sousa, D., “Entorno de Aprendizaje Personalizado (PLE) para la asignatura de Investigación de Operaciones en Ingeniería Agrícola”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 25(1), pp. 55-59, 2016.
- [62] Murcia, E., Arias, J., & Osorio, S., “Software Educativo para el Buen Uso de las TIC”, *Entre Ciencia e Ingeniería*, (19), pp. 114-125, 2016.
- [63] Pérez, J., Jaramillo, P., Moreno, L., “El comercio de canicas: herramienta de apoyo para la enseñanza-aprendizaje práctico de la

- programación lineal”, *Revista de la Facultad de Ingeniería*, U.C.V., 25(1), pp. 43-52, 2010.
- [64] Arenas, W., Mejía, L. A., Zuluaga, C. M., “Escenario lúdico en el salón de clases para enseñar la técnica de investigación operativa AHP”, *Scientia et Technica*, 48, pp. 53-58, 2011.
- [65] Andrade, H.; Maestre, G. P.; López, G., “La lúdica y las redes humanas como estrategia para promover sostenibilidad de la incorporación de la Dinámica de Sistemas en las escuelas colombianas”, *Sexto encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas*, Universidad Industrial de Santander, 2008.
- [66] Pendergraft, N., “Lego of my Simplex”. *Institute for Operations Research and the Management Sciences OR/MS Today*, 24(1), 1997.
- [67] Grupo en la Enseñanza de la Investigación de Operaciones GEIO, *Cartilla de guías prácticas lúdicas*, Universidad Tecnológica de Pereira, 2009.
- [68] Mejía, Laura. Quintero, Fernando., “¿Y qué pasó con los osos polares?”, *V Encuentro de la Red Ideal*, Universidad Industrial de Santander, 2016.
- [69] Badilla, E., Chacón, A., “Construccionismo: objetos para pensar, entidades públicas y micromundos”, *Actualidades Investigativas en Educación*, 4(1), pp. 1-12, 2004.

Diana Cristina López López. Tecnóloga en Química, 1997 e Ingeniera Industrial, 2009 de la Universidad Tecnológica de Pereira, Risaralda, Colombia. Magíster en Sistemas Integrados de Gestión de la Calidad de la Universidad Tecnológica de Pereira, Risaralda Colombia, 2012. Actualmente docente tiempo completo del programa de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería en la Universidad Católica de Pereira UCP, Pereira, Risaralda.

Laura Angélica Mejía Ospina. Ingeniera Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira, Risaralda, Colombia, 2009. Magíster en Investigación de Operaciones y Estadística de la Universidad Tecnológica de Pereira, Risaralda, Colombia, 2014. Actualmente docente tiempo completo del departamento Operaciones y Sistemas, de la Facultad de Ingeniería en la Universidad Autónoma de Occidente UAO, Cali, Valle del Cauca.