

|

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO PARA EL  
CURSO DE SIMULACION DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL,  
BASADO EN EL MODELO PEDAGÓGICO DE LA UNIVERSIDAD  
TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR, PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS  
DE LOS ESTUDIANTES**

**ROSA MARÍA MORILLO ZÚÑIGA  
AYLEEN BEATRIZ NAVAS FERNÁNDEZ**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARTAGENA-BOLÍVAR**

**2011**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO PARA EL  
CURSO DE SIMULACION DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL,  
BASADO EN EL MODELO PEDAGÓGICO DE LA UNIVERSIDAD  
TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR, PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS  
DE LOS ESTUDIANTES**

**ROSA MARIA MORILLO ZÚÑIGA**

**AYLEEN BEATRIZ NAVAS FERNÁNDEZ**

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero  
Industrial**

**Director**

**Luis Ignacio Morales Eckardt**

**IE-MSc**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**PROGRAMA INGENIERIA INDUSTRIAL**

**CARTAGENA-BOLIVAR**

**2011**

Cartagena de Indias, Octubre 24 de 2011.

Señores:

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR**

Comité de Evaluación de Proyectos

Ciudad

Estimados Señores:

Dando cumplimiento a uno de los requisitos exigidos por el programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Bolívar para optar el título de Ingeniero Industrial, me permito presentar ante el honorable comité evaluador el Trabajo de Grado titulado **“DISEÑO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO PARA EL CURSO DE SIMULACION DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL, BASADO EN EL MODELO PEDAGÓGICO DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR, PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS DE LOS ESTUDIANTES”**. El cual fue llevado a cabo por las estudiantes Rosa María Morillo Zúñiga y Ayleen Beatriz Navas Fernández, bajo mi orientación como Director.

Agradeciendo su amable atención,

Cordialmente,

---

**IE-MSc Luis Ignacio Morales Eckardt**

**Director proyecto de investigación**

Cartagena de Indias, D. T. y C., Octubre 24 de 2011.

Señores:

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR**

Comité de Evaluación de Proyectos

Ciudad

Estimados Señores:

Por medio de la presente manifiesto tener conocimiento y haber brindado asesoría pedagógica para el desarrollo del proyecto de grado titulado “**DISEÑO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO PARA EL CURSO DE SIMULACION DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL, BASADO EN EL MODELO PEDAGÓGICO DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR, PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS DE LOS ESTUDIANTES**”, El cual fue llevado a cabo por las estudiantes Rosa María Morillo Zúñiga y Ayleen Beatriz Navas Fernández, para optar al título Ingeniero Industrial.

Atentamente,

---

Rocío Morales De Barbastefano

**Lic. en Ciencias de la Educación con Especialización en Psicología y Pedagogía**

**Magister en Ciencias de la Educación**

Cartagena de Indias, D. T. y C., Octubre 24 de 2011.

Señores:

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR**

Comité de Evaluación de Proyectos

Ciudad

Estimados Señores:

De la manera más cordial, dando cumplimiento a uno de los requisitos exigidos por el programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Bolívar para optar el título de Ingeniero, nos permitimos presentar para su análisis y consideración el proyecto de grado titulado **“DISEÑO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO PARA EL CURSO DE SIMULACION DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL, BASADO EN EL MODELO PEDAGÓGICO DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR, PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS DE LOS ESTUDIANTES.**

Esperamos sea de su total agrado,

Cordialmente,

---

**Rosa María Morillo Zúñiga**

**C.C. 1.143.340.873**

---

**Ayleen Beatriz Navas Fernández**

**C.C. 1.143.329.163**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

**Presidente del Jurado**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

**Cartagena de Indias 24 de Octubre de 2011**

## DEDICATORIAS

*En primera instancia, quiero dedicar este proyecto a mi mamá que siempre me ha acompañado y apoyado en todas y cada una de las etapas de mi vida, sintiéndose siempre muy orgullosa de mí. A ella, ¡Muchas Gracias!*

*A mi prima Nivis, por estar siempre pendiente de la realización de este proyecto, y porque siempre me ha dado su apoyo y me ha apoyado muchas veces, y es una de las personas que más admiro.*

*A mi familia, porque este logro también es por ustedes y para ustedes, y porque sé que cada día se seguirán sintiendo orgullosos de mí por el alcance de este logro.*

*A Luis I. Morales Eckardt, por ser Profesor, Director y Amigo. Por durante un año mostrarme que el camino difícil tiene sus frutos, y regalarme una copia de la frase que mantiene en su cubículo: Jamás te des por vencido!*

*A Dios por bendecir las dudas, decisiones, acciones, sueños, entusiasmo y sobre todo la vida.*

*Rosa María*

## DEDICATORIAS

*A Dios gracias, por la fortaleza y persistencia que me ha dado para alcanzar parte de mis grandes sueños.*

*A mi familia gracias, fuente de unión y sabiduría. A mis padres les debo lo que fui, lo que soy y lo que seré; seres incondicionales en su apoyo desinteresado para llevarme muy lejos por el camino de la Honestidad, Justicia y Responsabilidad. Mamí, gracias, tu paciencia, amor y comprensión han hecho de mí una gran persona y una excelente profesional. Papí, gracias, tu exigencia, me ha enseñado a hacer las cosas hoy mejor que ayer.*

*A Juan José, por brindarme su apoyo, enseñanzas, alegrías, y sobre todo paciencia en la culminación exitosa de esta investigación.*

*A Luis I. Morales Eckardt, por ser Profesor, Director y Amigo, quien con sus conocimientos y gran experiencia, se convirtieron en una fuente invaluable de apoyo.*

*A todas aquellas personas que contribuyeron a realizar esta investigación, por animarme en momentos que necesitaba aliento para continuar.*

*A todos gracias, de corazón.*

*Ayleen*



## **AGRADECIMIENTOS**

En primera instancia queremos agradecer a la Universidad Tecnológica de Bolívar, por permitirnos la oportunidad de desarrollar este proyecto de grado, que permitirá contribuir a un mayor afianzamiento de los conocimientos teóricos del curso de Simulación a los estudiantes del Programa de Ingeniería Industrial.

LUIS I. MORALES ECKARDT, Director del Proyecto, queremos ofrecerle un agradecimiento especial por ser quien brindó apoyo durante la realización del proyecto, a través de su orientación, compromiso, conocimiento y experiencia, además de la paciencia y dedicación para la culminación de éste trabajo, muchas gracias.

Nuestros agradecimientos a quién nos brindó asesoría pedagógica para este proyecto Rocío Morales de Barbastefano por su disponibilidad y asesoramiento en temas de pedagogía, que ayudaron a enriquecer el desarrollo de este trabajo.

A todos los docentes de la Universidad Tecnológica de Bolívar del ciclo básico y profesional del Programa de Ingeniería Industrial que han contribuido en nuestra formación profesional y que han sido fuente de conocimiento para el desarrollo de este trabajo de grado. .

En general queremos agradecer a aquellas personas que no fueron mencionadas, más sin embargo contribuyeron de manera muy especial en la realización de éste proyecto.



## CONTENIDO

<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>26</b>
<b>2. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>28</b>
<b>3. OBJETIVOS .....</b>	<b>29</b>
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	29
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	29
<b>4. FORMACIÓN DEL INGENIERO INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR.....</b>	<b>31</b>
Conocimientos: .....	31
Habilidades: .....	32
Actitudes: .....	33
Competencias: .....	33
4.1 COMPETENCIAS GENÉRICAS QUE DEBE TENER UN INGENIERO INDUSTRIAL.....	34
4.2 COMPETENCIAS RELACIONADAS CON HABILIDADES Y DESTREZAS DE UN INGENIERO INDUSTRIAL.....	34
<b>5. REVISIÓN LITERARIA.....</b>	<b>36</b>
5.1 FORMACION POR COMPETENCIAS A NIVEL INTERNACIONAL.....	36
<b>6. FORMACIÓN POR COMPETENCIAS SEGÚN ACOFI .....</b>	<b>2</b>
<b>7. METODOLOGIA .....</b>	<b>6</b>
<b>8. DESAFIOS Y OPORTUNIDADES DE LA FORMACION BASADA EN COMPETENCIAS.....</b>	<b>7</b>
<b>9. CURRÍCULO BASADO EN COMPETENCIAS.....</b>	<b>9</b>
9.1 MODELOS CURRICULARES BASADOS EN COMPETENCIAS.....	9
<b>10. ANÁLISIS DE LAS COMPETENCIAS DE LOS MÓDULOS DEL PLAN DE CURSO DE SIMULACIÓN EN LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR CON LOS CONTENIDOS DE CADA MÓDULO .....</b>	<b>12</b>
<b>11. ANÁLISIS DE LAS COMPETENCIAS DEL PROGRAMA ANALÍTICO DEL CURSO DE SIMULACIÓN DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR CON LAS DEFINICIONES DE LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA DE PRUEBA SABER PRO PARA INGENIERÍA INDUSTRIAL.....</b>	<b>18</b>
<b>12. PROPUESTA DEL PROGRAMA DEL CURSO DE SIMULACIÓN .....</b>	<b>24</b>
12.1 CONTEXTO.....	24
12.2 COMPETENCIAS Y ELEMENTOS DE COMPETENCIA.....	24
<b>13. PRÁCTICAS DE LABORATORIO .....</b>	<b>49</b>

13.1 GENERALIDADES .....	49
13.2 ESTRUCTURA DE LAS GUÍAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO .....	50
13.3 FORMATO DE LAS GUÍAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO .....	51
13.4 FORMATO CONDUCTAS DE ENTRADA .....	53
13.5 FORMATO CONDUCTAS DE SALIDA .....	55
<b>14. DESCRIPCIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO .....</b>	<b>56</b>
14.1 DESCRIPCIÓN GENERAL.....	56
14.2 DESCRIPCIÓN DE CADA PRÁCTICA .....	58
<b>15. ANÁLISIS DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO .....</b>	<b>68</b>
<b>16. ANÁLISIS GENERAL DE LOS RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LAS PRÁCTICAS .....</b>	<b>108</b>
<b>17. CONCLUSIONES .....</b>	<b>112</b>
<b>18. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>114</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Estructura de las competencias del plan de cursos de Simulación	51
<b>Tabla 2.</b> Saberes unidad 1	62
<b>Tabla 3.</b> Saberes unidad 2.	63
<b>Tabla 4.</b> Saberes unidad 3.	63
<b>Tabla 5.</b> Saberes unidad 4.	64
<b>Tabla 6.</b> Saberes unidad 5.	64
<b>Tabla 7.</b> Saberes unidad 6.	65
<b>Tabla 8.</b> Saberes unidad 7	65
<b>Tabla 9.</b> Saberes unidad 8.	66
<b>Tabla 10.</b> Saberes unidad 9	67
<b>Tabla 11.</b> Plan de actividades por Unidad de Aprendizaje	70
<b>Tabla 12.</b> Actividades a Evaluar	74
<b>Tabla 13.</b> Componentes de la prueba	77
<b>Tabla 14.</b> Estructura de los Elementos de Competencia Propuestos	79

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfica 1.</b> Competencia Cognitiva Argumentativa.	77
<b>Gráfica 2.</b> Competencia cognitiva interpretativa.	78
<b>Gráfica 3.</b> Competencia cognitiva propositiva.	78
<b>Gráfica 4.</b> Formato de Prácticas: Encabezado.	84
<b>Gráfica 5.</b> Formato de Prácticas: Introducción	84
<b>Gráfica 6.</b> Formato de Prácticas: Desarrollo de la práctica	85
<b>Gráfica 7.</b> Conducta de entrada: Encabezado.	86
<b>Gráfica 8.</b> Conducta de entrada: Evaluación de competencias.	86
<b>Gráfica 9.</b> Conducta de Salida: Encabezado.	87
<b>Gráfica 10.</b> Conducta de Salida: Evaluación de competencias	87
<b>Gráfica 11.</b> Práctica Fundamentos de Simulación: Resultados conducta de entrada	102
<b>Gráfica 12.</b> Práctica Fundamentos de Simulación Resultados conducta de salida	102
<b>Gráfica 13.</b> Consolidado de los resultados de la conducta de entrada con la conducta de salida de cada estudiante en la Práctica N° 1: Fundamentos de Simulación	103
<b>Gráfica 14.</b> Práctica Simulación de Montecarlo: Resultados conducta de entrada	106
<b>Gráfica 15.</b> Práctica Simulación de Montecarlo: Resultados conducta de salida	106

<b>Gráfica 16:</b> Consolidado de los resultados de la conducta de entrada con la conducta de salida de cada estudiante en la Práctica N° 2: Simulación de Montecarlo.	107
<b>Gráfica 17.</b> Práctica Aplicaciones de la Simulación de Montecarlo en problemas de líneas de espera: Resultados conducta de entrada.	110
<b>Gráfica 18.</b> Práctica Aplicaciones de la Simulación de Montecarlo en problemas de líneas de espera: Resultados conducta de salida.	110
<b>Gráfica 19:</b> Consolidado de los resultados de la conducta de entrada con la conducta de salida de cada estudiante en la Práctica N° 3: Aplicaciones de Simulación de Montecarlo en Problemas de Líneas de Espera.	112
<b>Gráfica 20.</b> Práctica Aplicaciones de la Simulación de Montecarlo en problemas de Inventario: Resultados conducta de entrada.	114
<b>Gráfica 21.</b> Práctica Aplicaciones de la Simulación de Montecarlo en problemas de Inventario: Resultados práctica.	114
<b>Gráfica 22:</b> Consolidado de los resultados de la conducta de entrada con la conducta de salida de cada estudiante en la Práctica N° 4: Aplicaciones de Simulación de Montecarlo en Problemas de Inventario.	116
<b>Gráfica 23.</b> Práctica generación de números pseudoaleatorios: Conducta de entrada	118
<b>Gráfica 24.</b> Práctica generación de números pseudoaleatorios: Conducta de salida.	118
<b>Gráfica 25:</b> Consolidado de los resultados de la conducta de entrada con la conducta de salida de cada estudiante en la Práctica N°5: Generación De Números Pseudoaleatorios.	119

<b>Gráfica 26.</b> Práctica prueba estadística de números Pseudoaleatorios: Conducta de entrada.	122
<b>Gráfica 27.</b> Práctica prueba estadística de números pseudoaleatorios: Conducta de salida.	122
<b>Gráfica 28:</b> Consolidado de los resultados de la conducta de entrada con la conducta de salida de cada estudiante en la Práctica N°6: Pruebas Estadísticas de Números Pseudoaleatorios.	123
<b>Gráfica 29.</b> Utilización de software especializado de Simulación: Conducta de entrada.	126
<b>Gráfica 30.</b> Utilización de software especializado de Simulación: Conducta de Salida	126
<b>Gráfica 31: Consolidado</b> de los resultados de la conducta de entrada con la conducta de salida de cada estudiante en la Práctica N°7: Utilización de Software Especializado de Simulación.	127
<b>Gráfica 32.</b> Análisis de datos de entrada del modelo de Simulación: Conducta de entrada	129
<b>Gráfica 33.</b> Utilización de software especializado de Simulación: Conducta de Salida.	129
<b>Gráfica 34:</b> Consolidado de los resultados de la conducta de entrada con la conducta de salida de cada estudiante en la Práctica N°8: Análisis de Datos de Entrada Del Modelo de Simulación.	131
<b>Gráfica 35.</b> Análisis de datos de Salida del modelo de Simulación: Conducta de entrada	133
<b>Gráfica 36.</b> Análisis de datos de Salida del modelo de Simulación: Conducta de salida	133



<b>Gráfica 37:</b> Consolidado de los resultados de la conducta de entrada con la conducta de salida de cada estudiante en la Práctica N°9: Análisis de Datos de Salida Del Modelo de Simulación.	134
<b>Gráfica 38.</b> Diseño y evaluaciones de ingeniería a través de Simulación: Conducta de entrada.	136
<b>Gráfica 39.</b> Diseño y evaluaciones de ingeniería a través de Simulación: Conducta de salida.	136
<b>Gráfica 40:</b> Consolidado de los resultados de la conducta de entrada con la conducta de salida de cada estudiante en la Práctica N°10: Diseño y Evaluación de Soluciones de Ingeniería a Través De Simulación.	137
<b>Gráfica 41.</b> Consolidado de los resultados de las conductas de entrada todas Práctica.	142
<b>Gráfica 42.</b> Consolidado de los resultados de las conductas de salida todas Práctica.	142
<b>Gráfica 43.</b> Consolidado de los resultados de las conductas de entrada con las conductas de salida de cada Práctica.	143

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Matriz Contraste de las Competencias de los Unidades del Plan de Curso de Simulación con los Contenidos de cada Unidad	149
<b>Anexo 2:</b> Matriz Contraste de las Elementos de Competencias Propuestos para el Plan de Curso de Simulación con los Contenidos de cada Unidad	152
<b>Anexo 3.</b> Matriz de las competencias del programa analítico del curso de Simulación con las Definiciones de los Elementos De La Estructura De Prueba SABER PRO Para Ingeniería Industrial	156
<b>Anexo 4.</b> Resultado de la Conducta de Entrada y Salida de la Práctica N° 1: Fundamentos de Simulación	158
<b>Anexo 5.</b> Resultado de las Conductas de Entrada y Salida de la Práctica N° 2: Simulación de Montecarlo	159
<b>Anexo 6.</b> Resultado de las Conductas de Entrada y Salida de la Práctica N° 3: Aplicación de la Simulación de Montecarlo a problemas de Líneas de Espera	160
<b>Anexo 7.</b> Resultado de la Conducta de Entrada y Salida de la Práctica N° 4: Aplicación de la Simulación de Montecarlo a problemas de Inventario	161
<b>Anexo 8.</b> Resultado de la Conducta de entrada y Salida de la Práctica N° 5: Generación de Números Pseudoaleatorios Discretos	162
<b>Anexo 9.</b> Resultado de la Conducta de entrada y Salida de la Práctica N° 6: Pruebas Estadísticas de Números Pseudoaleatorios Discretos	163
<b>Anexo 10.</b> Resultado de la Conducta de Entrada y Salida de la Práctica N° 7: Utilización de Software Especializado de Simulación	164
<b>Anexo 11.</b> Resultado de la Conducta de Entrada y Salida de la Práctica N° 8: Análisis de Datos de Entrada del Modelo de Simulación	165
<b>Anexo 12.</b> Resultado de la Conducta de Entrada y Salida de la Práctica N° 9: Análisis de Datos de Salida del Modelo de Simulación	166

**Anexo 13.** Resultado de la Conducta de Entrada y Salida de la Práctica N° 10:  
Diseño y Evaluación de Soluciones de Ingeniería a través de Simulación 167

**Anexo 14.** Resultado Generales de la Aplicación de las Prácticas de Laboratorio  
168

## RESÚMEN

El presente trabajo tiene como objetivo principal diseñar un sistema de Prácticas de Laboratorio para el curso de Simulación, basado en el Modelo Pedagógico de la Universidad Tecnológica de Bolívar que permita el desarrollo de competencias de los estudiantes.

En forma general, el documento aborda 15 capítulos, en los cuales se expone el desarrollo de la presente investigación.

Se inicia con las generalidades del proyecto que describen la razón de ser del mismo y los objetivos que se desean alcanzar. Posteriormente, se da a conocer los fundamentos teóricos y el soporte pedagógico necesario para la construcción del Sistema de Prácticas, mediante la adopción de principios del modelo pedagógico, presentes en los objetivos del Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Bolívar, que permita favorecer el desarrollo de competencias en los estudiantes.

Luego, se realiza un análisis de las competencias actuales del programa analítico de Simulación de la Universidad Tecnológica de Bolívar con cada unidad del curso; y después, éstas mismas competencias con las definiciones de los elementos de la estructura de Prueba SABER PRO Para Ingeniería Industrial, mediante la elaboración de la matriz de competencias, donde se indica la existencia o no de correlación entre los elementos comparados. Posterior a ello, se diseña una propuesta para el Programa de Curso de Simulación, y también, se efectúa el análisis con las competencias propuestas, para luego, comparar el aporte de las competencias actuales con las competencias propuestas a las unidades del curso y los elementos evaluados en la Prueba SABER PRO.

Con las competencias propuestas, se describe el diseño del Sistema de Prácticas de Laboratorio para el curso, presentando la estructura de las guías y una descripción general de las mismas. Se muestra además el formato de las conductas de entrada y salida, herramientas utilizadas en este proyecto para validar las guías de Prácticas. Finalmente, se describe la metodología de las Prácticas y el análisis general de los resultados de la aplicación de las Prácticas, al grupo piloto.

## INTRODUCCIÓN

La globalización impone retos a la formación de ingenieros, resaltando que el profesional formado actualmente en las Universidades además de tener el dominio de teorías, modelos, instrumentos y herramientas propias de su quehacer profesional como ingeniero, tenga competencias profesionales desarrolladas para investigar problemas de la realidad y así generar soluciones innovadoras, en las que se integre la ciencia y la tecnología.

Por lo anterior la Universidad Tecnológica de Bolívar, en su modelo pedagógico plantea la formación como un proceso mediante el cual, comprometida con un proyecto de nación y de una sociedad, orienta sus procesos al desarrollo de competencias dando como resultado profesionales competitivos con capacidades y atributos personales que los hacen aptos para insertarse al mundo laboral en forma eficaz.

La Universidad Tecnológica de Bolívar tiene el compromiso de ofrecer una educación que garantice la formación integral de sus estudiantes, una formación que permitirá desarrollar no solo su capacidad intelectual sino que también formara al individuo como un miembro culto y responsable de una sociedad y como un profesional idóneo y honesto, lo cual será logrado mediante el desarrollo de las competencias cognitivas y afectivas las dos grandes dimensiones del ser humano.

Esta integralidad es posible mediante un currículo que atiende a lo científico, tecnológico, innovador; a la formación ética y a la responsabilidad social. Por eso, el desarrollo de las Competencias en nuestro estudiante adquiere importancia en el desarrollo del nuevo modelo de educación centrada en el estudiante.

Este cambio en la educación trae consigo cambios en cuanto al enfoque, las actividades y las metodologías desarrolladas en la educación tradicional; donde el estudiante y el docente cambiaran de roles y actuaran de una manera idónea y responsable.

La Universidad Tecnológica de Bolívar en su modelo pedagógico contempla que el estudiante será responsable de su propio aprendizaje, Desarrollara su pensamiento crítico y destrezas profesionales, adquirirá aptitudes colaborativas, sociales y capacidad de autoevaluación.

Este Modelo Pedagógico propone dos funciones fundamentales para que el docente implemente en la educación de sus estudiantes la primera es una actividad previa al desarrollo de su clase, él debe planificar y diseñar todas las actividades necesarias para que el estudiante se apropie del conocimiento y definir los espacios para lograrlo; la segunda función del docente es facilitar, guiar y motivar a los estudiante durante el proceso de aprendizaje y orientar al curso hacia los objetivos propuestos.

Por ello la estructura del currículo del programa de Ingeniería Industrial en la Universidad Tecnológica de Bolívar, como lo plantea el Plan Educativo del Programa vigente (PEP), considera la formación por competencias como “ un proceso de construcción social que promueve el aprendizaje significativo, en donde se combinan conocimientos, actitudes, valores y habilidades, con las tareas que el Ingeniero Industrial egresado de la Universidad Tecnológica de Bolívar debe desempeñar en su ejercicio profesional”<sup>1</sup>.

“El programa de Ingeniería Industrial será el espacio donde la comunidad académica, estudiantes, docentes y directivos del programa, interactúan para

---

<sup>1</sup> PEI UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR, La formación en competencias del profesional UTB.

llegar al aprendizaje significativo. Conforme a lo anterior, el programa favorece el acoplamiento entre la teoría y la práctica, a través del desarrollo de habilidades conceptuales, procedimentales y actitudinales, al igual que la utilización de escenarios simulados para la transferencia de conocimientos a escenarios reales”<sup>2</sup>

Esto conlleva al diseño de planes de curso enfocados al desarrollo de las competencias que todo Ingeniero Industrial egresado de la Universidad Tecnológica de Bolívar debe adquirir, planeando y diseñando las experiencias y actividades necesarias para el proceso de aprendizaje, definiendo los espacios y recursos adecuados para su logro.

Para la formación del Ingeniero Industrial se ha diseñado para octavo semestre el curso de Simulación que pertenece al campo de formación específica del Ingeniero Industrial. Es una asignatura en la cual el estudiante es preparado para representar y analizar procesos reales que se presentaran en su vida laboral. Es una asignatura teórico – práctica que requiere que el estudiante aplique en el campo profesional los contenidos conceptuales que se desarrollan durante el curso razón por la cual una metodología fundamentada en clases magistrales y orientación directa del docente no se considera la adecuada para alcanzar los objetivos propuestos por este programa. Como en el campo de desarrollo profesional ha abierto la exigencia de desarrollar competencias es lógico suponer que el curso de Simulación en su propuesta curricular debe ser modificado para poderlo adecuar a las exigencias del campo profesional del egresado.

Se crea así la necesidad de que el docente defina las competencias que se deben adquirir en el curso y por lo tanto deberá diseñar actividades que propicien el desarrollo y faciliten la comprensión de estas al estudiante, para que el ejercicio en la práctica sea coherente con las necesidades laborales.

---

<sup>2</sup> PEI UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR



Se hace necesario entonces definir desde la academia y con el apoyo del sector productivo cuales son las competencias que deben ser desplegadas por el estudiante en el curso de simulación. Es aquí donde surge la necesidad de replantear el curso de simulación para que su desarrollo no sea por objetivos como se ha venido realizando tradicionalmente si no que sean definidas claramente las competencias, los contenidos y las actividades que garantizaran una verdadera articulación entre la teoría y la práctica.

Teniendo en cuenta la clasificación de las competencias institucionales establecidas y definidas por el Modelo Pedagógico de la universidad Tecnológica de Bolívar, el programa de Simulación deberá desarrollar entonces competencias Transversales, Cognitivas, Instrumentales y Actitudinales mediante las cuales el estudiante y el egresado logran articular de manera coherente la teoría y la práctica.

Esto conlleva a que el docente deberá diseñar un plan de curso en base al desarrollo de las competencias mencionadas y se debe asegurar de que las actividades diseñadas garanticen el desarrollo de los estudiantes, facilitando el aprendizaje de los estudiantes y garantizando un ejercicio profesional que esté de acuerdo con las necesidades del sector.

Para el docente además es muy conveniente este trabajo por competencias por que toda teoría que fundamenta una acción se verá inmediatamente reflejada en la práctica a través de las actividades diseñadas para tal fin el curso de Simulación.

Para el estudiante que se constituye en el beneficiario de este nuevo enfoque gracias a la planeación cuidadosa del docente y a su orientación le será posible llevar a la práctica con mayor facilidad las teorías y los conceptos aprendidos. Este

módulo por competencias también le permitiría a los estudiantes identificar en cuales de las competencias del programa tiene debilidades y las acciones de recuperación no estarían dadas en función de contenidos teóricos definidos en el curso si no en la manera como el ejercita en la práctica las diferentes competencias. Es decir, no se trata de repetir asignatura si no de ejercitar mas competencias en las que se presenten debilidades y esto se constituye además en un apoyo académico para el avance del estudiante. Se beneficiarían además el espíritu investigativo y el trabajo independiente por parte de los estudiantes ya que para la ejercitación de las competencias deberá tener conocimientos previos y además el docente asumirá un rol de guía hacia la consecución de los objetivos de las diferentes Prácticas.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Universidad Tecnológica de Bolívar en su proyecto educativo institucional PEI, contempla que el proceso de formación integral de una persona debe apuntar tanto a lo profesional y a lo personal. Es por esto que la Universidad Tecnológica de Bolívar ha orientado sus procesos hacia el desarrollo de competencias cognitivas y afectivas, y se han vuelto muy relevantes la educación centrada en el estudiante y el aprendizaje por competencias. Este nuevo paradigma sobre la educación trae consigo un nuevo enfoque en las actividades y en la metodología utilizada en los planes de cursos de los diferentes programas que esta ofrece. Lo anterior va enfocado específicamente al programa de ingeniería industrial.

El programa de ingeniería industrial tiene como objetivo la formación de profesionales integrales, capaces de identificar, analizar y resolver los problemas relacionados con la adecuada utilización de los recursos disponibles de una organización, que mediante el diseño, la innovación, la mejora y la administración de los sistemas productivos, incrementa permanentemente la productividad y competitividad, contribuyendo a mejorar el nivel socioeconómico de la región y el país. Este objetivo del programa de Ingeniería Industrial nos muestra que es muy importante la aplicación del conocimiento teórico-práctico para que se puedan alcanzar las metas planteadas. Es por esto que surge la necesidad y oportunidad de desarrollar técnicas que ayuden a los estudiantes a aplicar los conocimientos teóricos adquiridos durante las clases magistrales en los diferentes cursos que ofrece el programa, y a la vez, apoyar el propósito educativo de este.

Ha sido una preocupación constante de las directivas del programa el rediseño de cada uno de los cursos que ofrece la institución con el fin de adecuarlos a los lineamientos pedagógicos para la formación por competencias establecidos desde el modelo pedagógico de la Universidad Tecnológica de Bolívar.

En el programa de Ingeniería Industrial debido a la característica especial que tiene el curso de Simulación de ser teórico práctico el docente a cargo de la materia a considerado una prioridad el rediseño del curso de simulación por cuanto el diseño actual del programa que el básicamente por objetivos no permite que se establezca de manera clara la articulación entre el conocimiento teórico y la práctica profesional, lo cual como es lógico podría traer dificultades futuras al egresado una vez que logre incorporarse a su campo de desempeño profesional.

Se hace necesario entonces un cambio en el diseño del curso de Simulación que permita el desarrollo de competencias transversales, cognitivas, procedimentales/instrumentales y actitudinales, las cuales requieren de nuevas actividades, estrategias y formas de enseñanza que permitan el dominio del conocimiento teórico y su aplicación práctica.

Con base en lo anterior podemos expresar que en el programa de ingeniería industrial de la Universidad Tecnológica de Bolívar el diseño por objetivo que tiene actualmente el curso de simulación no favorece el desarrollo de competencias.

## 2. JUSTIFICACIÓN

El curso de Simulación del Programa de Ingeniería Industrial es de suma importancia para el estudiante, puesto que este permite analizar y buscar soluciones a los problemas que se presentan en los procesos productivos en el campo profesional. Sin embargo debido a la estructura por objetivos que tiene el curso no están claramente delimitadas las acciones prácticas que el estudiante debe realizar para aplicar los conceptos aprendidos a través de las clases magistrales. Si se quiere que el curso de simulación cumpla el objetivo expresado inicialmente es necesario organizar y sistematizar las prácticas de laboratorio del programa de tal manera que pueda articularse la teoría con la práctica. Esto solamente puede lograrse si se diseña el programa por competencias y se incorpora a este su respectivo manual de prácticas de laboratorio en donde las competencias encontrarían claramente sus modos de ejercitación.

Las Prácticas de Laboratorio, se podrán desarrollar paralelo a los unidades del curso y apoyarán el desarrollo de las competencias transversales (entrega de un informe escrito), cognitivas (descripción de un problema e interpretación de resultados), procedimentales/instrumentales (modelamiento con Simulación discreta) y actitudinales (trabajo en equipo), entre otras.

Para realizar las Prácticas de Laboratorio se requiere conocimientos previos de la unidad a estudiar, objetivos, fundamento teórico, planteamiento de problema, herramientas a utilizar, metodología, resultados y conclusiones, que son los lineamientos básicos para garantizar que el estudiante, luego de apropiarse del conocimiento teórico pueda aplicarlo a una situación real.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un sistema de Prácticas de Laboratorio para el curso de Simulación, que permita el desarrollo de competencias de los estudiantes, teniendo en cuenta que es necesario cambiar el diseño por objetivos vigente por el de formación por competencias que esta más de acuerdo con las demandas actuales del sector laboral y con los nuevos enfoques de formación profesional a nivel nacional e internacional. Este sistema de prácticas de laboratorios por competencias permitirá a los estudiantes articular de manera efectiva articular el conocimiento teórico aprendido en la academia con la vida profesional y al docente le ayudará a definir la coherencia entre los referentes teóricos que maneja desde el curso de simulación y los requerimientos del mercado. Se considera que un sistema de prácticas de laboratorio diseñado por competencias es una oportunidad única para entrar paulatinamente en los desempeños exigidos al ingeniero industrial en su campo de trabajo.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Definir las competencias correspondientes a cada uno de los unidades propuestos en el plan de curso de Simulación en la Universidad Tecnológica de Bolívar, comparando las competencias registradas en el plan de curso con los contenidos de cada unidad y segmentarlas de acuerdo con esto, para así orientar el diseño de las Prácticas a las necesidades particulares de cada uno de los unidades.

- Diseñar guías de Prácticas de Laboratorio con base en las competencias definidas para cada uno de las unidades del plan de curso de Simulación, analizando los resultados de la segmentación y las relaciones que se puedan presentar entre las competencias identificadas para lograr que las Prácticas reflejen de manera global que es lo más importante y/o que se debe hacer primero.
- Elaborar un manual de guías de Prácticas de Laboratorio como apoyo al plan de curso de Simulación, integrando las guías de Prácticas con el detalle de las competencias a desarrollar y los conocimientos y herramientas de las que el estudiante debe disponer, para así obtener un documento que exprese claramente que se va a hacer, cómo se va a hacer y que se necesita para hacerlo.
- Validar las guías de Prácticas de Laboratorio, seleccionando un grupo piloto de estudiantes del curso de Simulación con los que se realizarán las Prácticas diseñadas y a los que se evaluará de acuerdo a las competencias que se deben desarrollar, para así demostrar la concordancia del diseño propuesto con los objetivos de la práctica realizada.

#### 4. FORMACIÓN DEL INGENIERO INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR<sup>3</sup>

La Universidad Tecnológica de Bolívar en su proyecto educativo del programa de ingeniería industrial PEP plantea que El Ingeniero Industrial es el profesional que actúa en cualquier sistema formado por hombres, materiales, máquinas, equipos, recursos financieros e información, aplicando la ciencia y la técnica en la búsqueda de la optimización de los procesos para la productividad de las empresas, ya sean manufactureras o prestadoras de servicios, respetando el ambiente a través de producción limpia.

Para lograr el profesional señalado el programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Bolívar, se apoya en tres campos básicos, a saber: la formación científica básica para “PENSAR”, la formación general de autodesarrollo y socio humanística para “SENTIR” y la formación profesional especializada para “HACER”; con las siguientes características más relevantes en cuanto a conocimientos, habilidades, actitudes y competencias, así:

##### **Conocimientos:**

- Conocimientos en matemáticas y física que le sirvan de fundamentación científica a sus actividades en el desempeño profesional.
- Conocimientos básicos del dibujo como lenguaje propio de la Ingeniería.
- Conocimiento en sistema de información que le permita hacer uso racional del computador y agilizar los procedimientos de cálculo y manejo de grandes volúmenes de información.
- Conocimientos generales de tipo humanístico para entender e integrarse al medio en el cual se desempeña con claro sentido de compromiso, responsabilidad y participación en la solución a los problemas de la

---

<sup>3</sup> PEP UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR, formación basada en competencias, perfil profesional



comunidad.

- Conocimiento de los procesos de fabricación, así como la relación de los elementos y medios necesarios para la transformación, y obtención del producto final.
- Conocimientos de los métodos y técnicas estadísticas para organizar, analizar e interpretar la información y establecer inferencias.
- Conocimiento de los principios, métodos y técnicas para diseñar y administrar sistemas de control total de calidad.
- Conocimientos de las distintas teorías administrativas y enfoques modernos para diagnosticar y proponer modelos específicos de administración.
- Conocimientos de los principios, técnicas y Fundamentos de los sistemas de costeo y de formulación y evaluación de proyectos de inversión.
- Conocimientos para describir, analizar y mejorar métodos de trabajo y procedimientos administrativos.
- Conocimiento de los Sistemas de Seguridad e Higiene Industrial, Manejo de Materiales, Control de Inventarios y Diseño de Plantas.
- Conocimiento de los principios para la selección, incorporación, desarrollo y promoción del personal.

**Habilidades:**

- Habilidades analíticas y capacidad de raciocinio que le suministra el ejercicio matemático.
- Habilidad en el uso del computador y el software específico de Ingeniería Industrial.
- Habilidad para describir procesos, procedimientos y representarlos a través de diagramas.

- Habilidad en el uso de instrumentos de medición en actividades propias de la Ingeniería Industrial
- Habilidad para formular, analizar y evaluar diagnósticos empresariales en el ámbito de su administración y procesos productivos.

**Actitudes:**

- Liderazgo y Capacidad de motivación
- Capacidad de comunicación y convicción
- Actitud crítica con capacidad analítica, deductiva y de síntesis
- Ético, responsable y comprometido con la sociedad y el medio ambiente
- Disposición para defender los valores del hombre: libertad, fidelidad, honestidad, lealtad, justicia, derecho a la vida, respeto por la naturaleza y a la dignidad humana.
- Actitud para emprender empresas autogestionadas
- Objetivo metódico y con visión futurista
- Capacidad para trabajar en grupos interdisciplinarios

**Competencias:**

Las competencias constituyen un vínculo entre las misiones a llevar a cabo y los comportamientos puestos en Prácticas para hacerlos, en armonía con las cualidades individuales para comportarse de manera satisfactoria. Por lo tanto, las competencias están relacionadas con la puesta en práctica de manera integrada de aptitudes, rasgos de personalidad y conocimientos adquiridos para cumplir bien una misión compleja en el marco de una empresa que le ha encargado al individuo dentro del espíritu de sus estrategias y de su cultura organizacional.

#### **4.1 COMPETENCIAS GENÉRICAS QUE DEBE TENER UN INGENIERO INDUSTRIAL**

- Adaptabilidad, Autonomía
- Autoridad y Capacidad de Mando
- Capacidad de Análisis y Síntesis
- Confianza y Control de sí Mismo
- Disciplina y Creatividad
- Expresión Oral y Escrita
- Identificación y Análisis de Problemas
- Razonamiento y Resolución de Problemas
- Sensibilidad Social
- Sociabilidad y Tolerancia

#### **4.2 COMPETENCIAS RELACIONADAS CON HABILIDADES Y DESTREZAS DE UN INGENIERO INDUSTRIAL**

- Facilidad para exponer ideas, asumir liderazgo, motivar y fortalecer equipos de trabajo y capacidad de negociación
- Comunicarse, relacionarse e integrarse a equipos de trabajo
- Aprender de los demás, generar empatía y ser ejemplo para otros
- Capacidad para predecir, adaptarse a las circunstancias cambiantes
- Ser objetivo, capacidad para seleccionar y analizar información
- Argumentar, sintetizar y redactar informes

- Teorizar, utilizar modelos y teorías para predecir tendencias
- Usar estadísticas y herramientas cuantitativas para analizar datos
- Usar computadoras y construir modelos o Simulaciones
- Tomar Decisiones Soportando Costos/Beneficios
- Fijar Metas de Desempeño y Evaluar Resultados
- Tomar Decisiones Bajo Riesgo e Incertidumbre
- Ser Emprendedor y Explorar Nuevas Oportunidades
- Proponer Nuevas Ideas y Vencer la Resistencia al Cambio
- Definir Criterios de Calidad y Estándares de Trabajo
- Integrar Ideas Dentro de un Sistema o Teoría
- Tener Iniciativa y Asumir Responsabilidades
- Integrar sus Decisiones al Desarrollo Sostenible

## 5. REVISIÓN LITERARIA

### 5.1 FORMACION POR COMPETENCIAS A NIVEL INTERNACIONAL

Las nuevas tendencias en educación superior son el resultado de la rapidez de los cambios que se dan en el sector productivo y de los requerimientos de los empleadores y de las demandas que se hacen desde este sector para la formación de nuevos profesionales, esto ha dado como resultado la necesidad de flexibilizar no solo el currículo de las universidades si no todos los procesos educativos para poder dar respuestas a las demandas de formación por competencias. Lo anterior implica un cambio en los diseños curricular tradicionales por otros que aseguren que los profesionales cumplan con los requerimientos para el ejercicio profesional en las condiciones aprovechando para ello los recursos adecuadas que las nuevas tecnologías de la información ponen a disposición de las universidades para los procesos de formación de los nuevos profesionales.

A nivel internacional en estos momento se está desarrollando el proyecto TUNNING<sup>4</sup> en América Latina, el cual está vinculado a una experiencia que desde el año 2002 se está trabajando en la Unión Europea con más de 60 Universidades, el proyecto buscar afirmar la estructura educativa en América latina a través del intercambio de formación y la colaboración entre instituciones de educación superior para el desarrollo de la calidad, la efectividad y la transparencia.

El interés por la formación por competencias en educación superior es mundial. Es una corriente que no solo viene del Proyecto Tunning, si no del informe Dearing, mediante el cual se hace el debate en el Reino Unido acerca del aprendizaje continuo y de por vida y la necesidad de trabajar habilidades y destrezas.

---

<sup>4</sup> Maldonado, Miguel. Competencias, métodos y Genealogía Pedagogía y Didáctica del trabajo. Ecoe Ediciones. Bogotá 2008.

A través del proyecto Tunning para América Latina ha sido posible definir competencias genéricas y específicas, enfoques de enseñanza aprendizaje y evaluación, los créditos académicos y la internacionalización de las titulaciones. En Colombia frente a este proceso de globalización se han realizado diagnósticos para hacerle frente a ese proceso acelerado de globalización económica y se han establecido políticas tendientes a generar dentro de las universidades reflexiones sobre los procesos de formación por competencias.

La formación por competencias se ha convertido una política educativa presente en entidades internacionales tales como; UNESCO, OEI, OIT, y se ha propuesto como política clave para países de América latica como Colombia, México y Argentina, y países de la unión Europea.

Los métodos que se adopten para desarrollar las competencias en los estudiantes debe estar sujeto a verificaciones: la coherencia de los planes de estudios por competencias, y el logro de las competencias. La coherencia tiene por objeto establecer el vínculo entre los problemas, la formación y las competencias a desarrollar. Y, el logro de las competencias está relacionado con el aprendizaje, y el impacto en el afrontamiento a problemas en el contexto organizacional y social.

La coherencia entre las competencias de los planes de estudio y proyectos educativos del programa de formación, constituyen la base para la creación de modelos con el objetivo de relacionar las unidades de temáticas de las asignaturas, en función de las competencias de las competencias que deberían adquirir los estudiantes, como es la Matriz de Competencia.

En la elaboración de la matriz de competencias se indica la existencia o no de correlación entre las competencias esperadas de la asignatura y las competencias esperadas por el proyecto educativo del programa. Por ejemplo, es muy probable que una vez realizada la correspondencia entre las competencias de la asignatura

y las del proyecto educativo del programa, haya que revisar o replantear las competencias de la asignatura que contribuyen en poca o nula medida al perfil de formación<sup>5</sup>.

El proceso de diseño de las actividades para el plan de curso, particularmente el momento de cómo desarrollar las competencias y los conocimientos que ha de adquirir el estudiante durante cada momento de aprendizaje, es una actividad, exigente y de inmensa responsabilidad para los docentes, pues les corresponde tomar las respectivas decisiones, sin perder de vista la conciliación con los estándares institucionales, las particularidades de los estudiantes y del contexto en el cual se aprende. Preguntas como las siguientes son clave: ¿Que competencias y conocimientos se prefieren? ¿Qué intereses predominan? ¿Cómo se sabe hasta dónde los estudiantes están preparados? Definitivamente, ayudarán a generar los espacios y actos concretos de aprendizaje, para ayudar a desarrollar competencias en los estudiantes.

---

<sup>5</sup> POSADA, Rodolfo. DISEÑO CURRICULAR FUNDAMENTADO EN COMPETENCIAS. p. 17

## **6. FORMACIÓN POR COMPETENCIAS SEGÚN ACOFI**

La comunidad académica de ingeniería en Colombia representada en la asociación colombiana de facultades de ingeniería ACOFI ha venido realizando trabajos de reflexión sobre el tema de las competencias que se espera que alcancen los graduados de los programas de ingeniería, puesto que este ha venido ganando terreno en los diferentes niveles de educación promoviendo cambios en los currículos de los diferentes programas de ingeniería.

ACOFI, realizó un análisis de diferentes definiciones sobre las competencias que fueron relevantes para la especificación de las pruebas Saber Pro de ingeniería y concluyo que todas las definiciones revisadas apuntaban a concebir la competencia como un conjunto de características propias del ser humano que se ponen en juego en un contexto específico y particular, evidenciada a través de acciones concretas que se consideran indicadores de la misma.

ACOFI, evalúa la formación profesional de los estudiaste por medio de competencias cognitivas y componentes disciplinares y profesionales. Las competencias cognitivas se clasifican en interpretativa, argumentativas y propositiva a las cuales se les da un enfoque hacia el lenguaje de la ingeniería.

Para los componentes disciplinares y profesionales ACOFI plantea un listado de competencias generales las cuales debe tener un profesional de cualquier disciplina y unas competencias específicas que debería tener un profesional de ingeniería en particular estas son:

Competencias que un profesional de cualquier disciplina o profesión debe tener al finalizar su formación de pregrado:



- Actitud y capacidad para el aprendizaje continuo a lo largo de la vida (tanto de temas de su profesión o disciplina, así como de otras áreas que le permitan comprender a nivel local y global, el contexto histórico, político, social, económico y ambiental de su quehacer)
- Actitud y capacidad para trabajar en grupos multidisciplinarios y multiculturales en contextos nacionales e internacionales.
- Habilidad para trabajar de manera autónoma
- Capacidad de análisis, síntesis, planeación, organización y toma de decisiones.
- Capacidad para aplicar el conocimiento en la práctica
- Excelente capacidad comunicativa (oral y escrita) en lengua nativa, en una segunda lengua y en lenguajes formales, gráficos y simbólicos.
- Creatividad (capacidad para inventar, innovar, pensar fuera de la caja, crear de manera artística, eso es, capacidad para proponer soluciones novedosas a problemas y retos que traerá el futuro).
- Ingenio (capacidad de combinar, adaptar y planear soluciones Prácticas a problemas complejos)
- Iniciativa, espíritu empresarial, capacidad de emprendimiento, liderazgo y actitud triunfadora para desarrollar acciones y construir empresas exitosas que lleven a la realidad las soluciones que propone, aplicando de manera efectiva en estas los principios de los negocios y la administración.
- Compromiso con la calidad.
- Dinamismo, agilidad, elasticidad y flexibilidad (para adaptarse al carácter incierto y cambiante del mundo).
- Ética profesional y responsabilidad social como orientadoras de su quehacer.

- Actitud hacia el desarrollo de acciones para mejorar las condiciones de vida de la población.
- Habilidad y actitud investigativa.
- Habilidad para administrar información (habilidad para recolectar, analizar y seleccionar información de diversas fuentes)
- Habilidades críticas y auto-críticas.
- Habilidades interpersonales.
- Habilidades computacionales básicas.

Competencias específicas adicionales que un profesional de ingeniería debe tener al finalizar su formación de pregrado:

- Habilidades analíticas fuertes.
- Comprensión de las matemáticas, las ciencias naturales y las herramientas modernas de la ingeniería.
- Capacidad para modelar fenómenos y procesos.
- Capacidad para resolver problemas de ingeniería aplicando el conocimiento y la comprensión de las matemáticas, las ciencias naturales y las herramientas modernas de la ingeniería, utilizando un lenguaje lógico y simbólico.
- Capacidad para diseñar, gestionar y evaluar sistemas y procesos de ingeniería, teniendo en cuenta el impacto (social, económico y ambiental)

Aunque no todas estas competencias son evaluadas por las pruebas Saber Pro, deben ser parte de la formación integral de ingenieros en cualquier institución educativas y deben ser desarrolladas y evaluadas en los currículos de estas.

La Universidad Tecnológica de Bolívar realizó un estudio sobre los resultados obtenidos por los estudiantes de ingeniería industrial en las pruebas Saber Pro en los últimos 4 años para verificar si se estaban alcanzando las competencias y componentes evaluados en este, el resultado arrojado por este estudio no fue muy satisfactorio ya que la mayoría de los estudiantes de Ing. Industrial obtienen desempeño bajo y desempeño medio en los componentes que se evalúan, así mismo, para las competencias Interpretativa, Argumentativa y Propositiva.

## 7. METODOLOGIA

El rediseño del curso de Simulación y la elaboración del manual de Prácticas de Laboratorio se considera como un proceso investigativo con énfasis descriptivo por que trabaja sobre situaciones y realidades de hecho y se trata de interpretar esa realidad de una manera correcta, se han utilizado durante el estudio, técnicas de investigación documental, ya que hubo necesidad de revisar documentos, analizar información, replantear concepciones con base en la información lo cual permitió darle un giro diferente y novedoso al anterior propuesta del programa de Simulación y sirvió como fundamento para diseñar el Manual de Prácticas de Laboratorio para el curso de Simulación de la Universidad Tecnológica de Bolívar.

La información obtenida de la revisión documental fue analizada cuidadosamente e incorporada organizadamente aun marco teórico que sustenta conceptualmente la propuesta que se presenta, además se diseñaron prácticas de laboratorios las cuales fueron desarrolladas por una muestra intencional o grupo piloto de estudiantes. Esa información recopilada, unida al análisis que se hizo en las matrices de comparación aportó información valiosa que permitió reorientar el programa de simulación y diseñar el manual de prácticas.

Los resultados de los análisis se presentan en matrices de comparación, en gráficos radiales y diagramas que permitieron consolidar la información obtenida y hacer un diagnóstico real de la coherencia que hay entre los resultados del proceso de formación con el modulo anterior y los resultados obtenidos elaborado por competencias. Son resultado que dada la naturaleza limitada de la población con la que se trabajó van a requerir que posteriormente de realice su validación ampliando el porcentaje de la muestra con el fin de darle valides a la propuesta que se hace para propiciar su adopción definitiva dentro del diseño curricular del programa.

## **8. DESAFIOS Y OPORTUNIDADES DE LA FORMACION BASADA EN COMPETENCIAS.<sup>6</sup>**

La formación de profesionales competentes y comprometidos con el desarrollo social requiere que estos sean capaces no solo de resolver con eficiencia los problemas de la práctica profesional si no de lograr un desempeño profesional ético y socialmente responsable.

El interés por la formación por competencias en educación superior es mundial. Es una corriente que no solo viene del Proyecto Tunning, si no del informe Dearing, mediante el cual se hace el debate en el Reino Unido acerca del aprendizaje continuo y de por vida y la necesidad de trabajar habilidades y destrezas.

Los modelos de aprendizaje basado en competencias tienen ventajas para los estudiantes por que los aprendizajes deben describirse y evaluarse de modo comprensibles para todos, las competencias permiten que los estudiantes puedan regresar a revisar aquellas competencias que no han logrado más que dedicarse a repetir asignaturas tradicionales. Las competencias brindan al estudiante un mapa claro y las herramientas de navegación necesarias para el logro de los propósitos de aprendizaje

El propósito específico de utilizar competencias en el diseño curricular es aumentar la posibilidad de transformar las experiencias de aprendizaje en resultados organizacionales basados en desempeño. La principal preocupación de un currículo diseñado por competencias es asegurarse de que los aprendices serán capaces de demostrar sus capacidades aprendidas es decir sus desempeños.

---

<sup>6</sup> Grupo Operativo de Universidades Chilena CINDA. Diseño Curricular Basado en Competencias y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior -- MiniEducacion Chile- Dic. 2008

Un elemento crucial de los elementos basados en competencia es el uso de métodos de evaluación medibles y referenciados a criterios, en otras palabras si uno no lo puede medir no es una competencia.

La adopción de las competencias en el diseño curricular requiere de un cambio de paradigma en el pensar y en el planificar y siempre la competencia está más orientada al estudiante o al desempeño que al estudiante.

Un currículo orientado por competencias puede brindar la oportunidad de abrir un espacio de reflexión sobre procesos de diseño curricular, las prácticas de enseñanza y las formas de evaluación que se llevan a cabo en las entidades de educación superior.

El modelo de competencia involucra ejecuciones como procesos cognitivos y afectivos centrándose en los resultados de aprendizaje. El saber hacer es el núcleo central de una competencia en torno al cual se relacionan los otros saberes conocer, pensar, ser y convivir.

El fin de diseño curricular por competencias desde el enfoque complejo es generar en una institución educativa un claro liderazgo y trabajo en equipo que gestione con calidad el aprendizaje con base en un proyecto educativo institucional compartido por toda la comunidad educativa, con estrategias de impacto que promuevan la formación integral de los estudiantes y dentro de esta el desarrollo y fortalecimiento del proyecto ético de vida, el compromiso con los retos de la humanidad, la vocación investigadora y la idoneidad profesional mediante competencias genéricas y específicas<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> TOBON, S. La formación Basada en Competencias en la Educación Superior: el enfoque Complejo – Universidad Autónoma de Guadalajara, Curso IGLU 2008.

## **9. CURRÍCULO BASADO EN COMPETENCIAS.**

El currículum se puede definir como una “Construcción social”<sup>8</sup>. Es una tentativa para comunicar los principios y rasgos esenciales de un propósito educativo de tal forma que permanezca abierto a discusión crítica y pueda ser trasladado a la práctica<sup>9</sup>.

### **9.1 MODELOS CURRICULARES BASADOS EN COMPETENCIAS<sup>10</sup>.**

Existen diferentes modelos: modelos que se diferencian competencias genéricas de las específicas, modelos que mezclan competencias transversales con áreas disciplinares y modelos en que las competencias básicas no se diferencian de las disciplinares. De todas maneras al elaborar una propuesta curricular debe primero definirse los grandes ejes o pilares que dan sentido a la educación formulados como competencias transversales comunes a todas las áreas curriculares, para que estas se integren después a cada una de las áreas y luego se puedan considerar las competencias básicas o específicas.

La incorporación de las competencias en el currículum universitario implica una serie de planteamientos toma de decisiones y cambios en la formación universitaria. es necesario cambiar la mirada sobre los contenidos ya que estos son un medio para desarrollar competencias por lo cual deben modificarse los planes de estudios ya que se necesita de una planificación que incluya explicitar objetivos y aprendizajes esperados organización de unidades de aprendizaje incluir actividades y actuaciones interdisciplinares en forma de prácticas como seminarios debates y la selección de metodologías que respondan al conjunto de objetivos tomando en

---

<sup>8</sup> Grundy, S. Producto o Praxis del Curriculum, Madrid 1991.

<sup>9</sup> Stenhouse, L. Investigación y Desarrollo del Curriculum, Madrid 1988.

<sup>10</sup> Grupo Operativo de Universidades Chilena CINDA. Diseño Curricular Basado en Competencias y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior — MiniEducación Chile- Dic. 2008

cuenta los recursos disponibles, seleccionando contenidos pertinentes y coherentes y la preparación de un plan de evaluación de los procesos y de los resultados.

El aprendizaje basado en competencias no debe entenderse como un aprendizaje fragmentado, sino que hay que entenderlo como una perspectiva integradora que posibilita una dinámica entre los conocimientos las habilidades y el comportamiento efectivo.

El modelo más reciente de identificación y descripción de competencias es el sistema complejo que normaliza las competencias en base a los siguientes principios<sup>11</sup>.

1. Las competencias se determinan a partir de la identificación de problemas presentes o del futuro.
2. Los problemas se asumen como retos que a la vez son base para orientar a la formación.
3. Cada competencia se describe como un desempeño integro e integral en torno a un para qué.
4. En cada competencia se determinan criterios con el fin de orientar tanto su formación como evaluación y certificación.
5. Los criterios buscan dar cuenta de los diferentes saberes que se integran en la competencia, es decir, criterios para saber hacer, para saber conocer y para saber ser.

---

<sup>11</sup> TOBON, S. La formación Basada en Competencias en la Educación Superior: el enfoque Complejo – Universidad Autónoma de Guadalajara, Curso IGLU 2008.



Un currículo basado en competencia requiere clasificar lo que la institución ha definido como tal y ese es el concepto de competencias que se ha de utilizar en el trabajo curricular.

Los modelos curriculares en el marco de un PEI incorporan desde su diseño a partir del perfil del egresado, de los objetivos generales de la estructura curricular elegida y la propuesta didáctica, los diferentes tipos de contenidos factuales conceptuales procedimentales y actitudinales, así como también un conjunto de capacidades habilidades y competencias que los alumnos deben adquirir desarrollar y demostrar a lo largo de su formación.

El diseño curricular basado en competencias define la metodología para el planteamiento y diseño del aprendizaje. Para ellos tiene como tarea la identificación de los componentes básicos del proceso educativo, es decir la respuesta a los diferentes interrogantes.

- Hacia quién van dirigido.
- Qué deben saber los estudiantes.
- Cómo adquieren los conocimientos.
- Cómo desarrollan habilidades y actitudes.
- Cómo se incorporan sus cualidades personales para el logro de las competencias.
- Cuándo se certifica que el estudiante ha logrado el dominio de esas competencias.

## **10. ANÁLISIS DE LAS COMPETENCIAS DE LOS MÓDULOS DEL PLAN DE CURSO DE SIMULACIÓN EN LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR CON LOS CONTENIDOS DE CADA MÓDULO**

La diversidad de definiciones sobre competencias es grande y, en ocasiones se puede caer en la ambigüedad e imprecisión. Por lo tanto, es fundamental establecer acuerdos sobre su definición entre quienes adelanta la tarea de elaborar el currículo.

A continuación se presentan una serie de definiciones de competencias desde el ámbito educativo y laboral<sup>12</sup>:

- Según el Ministerio de Educación Nacional de Colombia las competencias hacen referencia al reconocimiento y distinción de los elementos, objetos o códigos propios de cada área o sistema de significación, en tanto campo disciplinar del saber.
- Según el Proyecto Tunnig; el termino competencias es sinónimo de “aptitud, habilidad, suficiencia o destreza”. Las competencias se asocian a los que una persona es capaz de ejecutar, su grado de preparación, suficiencia o responsabilidad para responder con tareas complejas.
- Según Gerhard Bunk; posee competencias profesionales quien dispone de los conocimientos, destrezas y aptitudes para ejecutar una profesión, resuelve problemas profesionales de forma autónoma y está capacitado para colaborar en su entorno profesional y en la organización del trabajo.
- Según el Sistema Nacional de Cualificaciones y Formación profesional de España; define las competencias como el conjunto de conocimientos y capacidades que permiten el ejercicio de la actividad profesional, conforma a las exigencias de la producción y el empleo.

---

<sup>12</sup> Grupo Operativo de Universidades Chilena – CINDA. Diseño Curricular Basado en Competencias y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior, MiniEducacion Chile- Dic. 2008

- Según SENAI (Brasil); es la capacidad de un trabajador para movilizar los conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para alcanzar los resultados pretendidos en un determinado contexto profesional.
- Según SENA (Colombia); es la capacidad de una persona para desempeñar funciones productivas en contextos variables, con base en los estándares de calidad establecidos por el sector productivo.
- Para Rodolfo Posada las competencias es saber hacer en contexto lo que implica saber conocer, saber compartir, saber convivir, saber sentir, saber compartir, saber ser y saber pensar.

El enfoque holístico entiende la competencia como una compleja estructura de atributos y tareas, permiten que ocurran acciones intencionadas simultáneamente y toma en cuenta el contexto en el cual tiene lugar la acción. Permite la ética y los valores como elementos del desempeño competente la importancia del contexto y el hecho de que es posible ser competente de diferentes maneras<sup>13</sup>.

Las competencias según Irigoien siempre se relacionan con una capacidad movilizadora para responder a situaciones que demandan cambio. Este autor pone énfasis en tres elementos; primero los recursos, segundo la acción y tercero las tareas o situaciones complejas<sup>14</sup>.

Las competencias se pueden abordar desde distintas perspectivas, y vistas las definiciones anteriores es posible observar algunos elementos comunes:

- Una competencia es un desempeño, por lo tanto es observable a través del comportamiento.

---

<sup>13</sup> Gonczi. Instrumentación de la Educación Basada en Competencias: Perspectiva de la Teoría y la Práctica en Australia. 1998

<sup>14</sup> Irigoien, Guzman. Módulos de formación para la empleabilidad y la ciudadanía, Montevideo cinterfor/OIT

- La competencia posee un saber (conceptual) un saber hacer (procedimental) y saber ser (actitudinales)<sup>15</sup>.
- La competencia siempre se relaciona con una capacidad movilizadora para responder a situaciones cambiantes.

Una vez terminado el análisis de las competencias y la estructura de estas del plan de curso de simulación y basándose en las revisiones literarias realizadas para comprender la temática de las competencias y la estructuras de estas, se determinó que las competencias planteadas en el plan de curso de simulación no siguen la estructura lingüística que plantean autores como el PhD Rodolfo Posada Álvarez en su Paper “*Competencias, currículo y aprendizaje en la formación superior*”.

La estructura que deben seguir las competencias es la siguiente<sup>16</sup>:

*Acción + Objeto + Contexto*

- **La acción:** es el comportamiento humano mediante el cual se expresan externamente los procesos mentales, conscientes e inconscientes, en forma de habilidades, destrezas y hábitos.
- **El objeto:** es todo conocimiento, saber, procedimiento, técnica e instrumento sobre el cual recae la acción humana.
- **El Contexto:** es el conjunto de situaciones y circunstancias en las que se ejecuta la acción humana sobre el objeto.

---

<sup>15</sup> DELORS, J. la educación encierra un tesoro. Informe para la educación del siglo XXI UNESCO – Paris 1995

<sup>16</sup> POSADA ALVAREZ, Rodolfo (2008). Competencias, currículo y aprendizaje en la formación superior. Bogotá: Gente joven.

Se considera que es una visión integral del concepto de competencia y se adapta de manera sencilla a los planteamientos pedagógicos establecidos desde el modelo Pedagógico de la Universidad Tecnológica de Bolívar.

Cuando se realizó la comparación de las competencias del curso de simulación con la estructura anteriormente planteada se comprobó que estas no contaban con una estructura definida como se puede observar en la Tabla 1: *Estructura de las competencias del plan de cursos de Simulación*. De las 29 competencias planteadas 23 de ellas carecen de uno de los elementos de la estructura lingüística de las competencias, *la Condición*, siendo esta un elemento indispensable en esta estructura puesto que la condición permite realizar una evaluación del aprendizaje más precisa e identificar circunstancias en las que se ejecuta la acción humana sobre el objeto

**Tabla 1: Estructura de las competencias del plan de cursos de Simulación**

ACCION	OBJETO	CONDICION
Capacidad de organización y planificación	-----	-----
Comunicación oral y escrita	-----	-----
Valorar	el método científico	como herramienta en el diseño de propuestas de mejoramiento y optimización de sistemas
Adaptación	nuevas situaciones	-----
Creatividad	-----	-----
Motivación	por la calidad y mejora continúa	-----
Describir	un problema en un contexto de la vida real	para modelarlo matemáticamente
Identificar	as principales variables que rigen el comportamiento del sistema objeto de estudio	-----
Interpretación	de las soluciones de un problema de Simulación	-----
Determina	diferencias entre Variables de Evento Discreto y de Evento Continuo	-----
Clasificar	las diferentes tipos de Simulación y sus contextos de aplicación	-----
Determinar	diferencias entre un modelo de Simulación Terminal y No Terminal	-----
Mostrar matemáticamente	las medidas de desempeño de los sistemas estudiados	-----
Conocer	las herramientas de la Simulación Discreta	-----
Comprender y saber identificar	cuando aplicar los principales generadores de Números Aleatorios	-----
Comprender y saber identificar	Cuando aplicar los principales técnicas de análisis estadístico de datos en la Simulación	-----
Conocer	las diferentes aplicaciones de Simulación en la Ingeniería	-----

**Tabla 1: (Continuación)**

Modelado	con Simulación Discreta	para el Diagnostico y la búsqueda de soluciones a problemas logísticos reales
Análisis	de Datos con la ayuda de estadística Inferencial y la Descriptiva	-----
Programación	de computadores para resolución de problemas	-----
Elaboración	de informes y proyectos de carácter científico-técnico	-----
Aceptar	que el estudio requiere un esfuerzo personal	-----
Desarrollar	actitud crítica y responsable	-----
Valorar	el aprendizaje autónomo	-----
Mostrar interés	en la ampliación de conocimientos y de búsqueda de información	-----
Valorar	la importancia del trabajo en equipo	-----

A partir del análisis realizado, también se identificaron dos competencias que se encontraban duplicadas en el programa, las cuales son:

- Capacidad de organización y planificación
- Valorar el aprendizaje autónomo

De igual forma se identificaron algunas competencias que estaban construidas solo para el desarrollo de un tema específico como por ejemplo, la competencia que plantea: Determinar diferencias entre un modelo de Simulación Terminal y No Terminal, esta apunta específicamente al primer módulo del curso: Generalidades.

Este análisis también permitió identificar que el cuarto modulo del curso: Revisión De Elementos De Estadística Y Probabilidad, no hacia parte del programa del curso de Simulación, puesto que los estudiantes veían dos cursos enfocados solo a los elementos de estadística y probabilidad en cursos previos al de Simulación

en los cuales se apropiaran de los conocimientos necesarios para desarrollar la temática del curso sin dificultad, haciendo innecesario el hecho de verlo nuevamente en el curso de Simulación.

## **11. ANÁLISIS DE LAS COMPETENCIAS DEL PROGRAMA ANALÍTICO DEL CURSO DE SIMULACIÓN DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR CON LAS DEFINICIONES DE LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA DE PRUEBA SABER PRO PARA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Se realizó un análisis de las competencias del programa analítico del curso de Simulación de la Universidad Tecnológica de Bolívar con las Definiciones de los Elementos De La Estructura De Prueba SABER PRO Para Ingeniería Industrial, con el fin de validar si las competencias que deben ser desarrolladas en cada uno de los módulos del curso de Simulación eran determinantes y se encontraban alineadas en el alcance de los objetivos del curso.

Para realizar este análisis se diseñó una matriz en donde se registra cada uno de los componentes de las pruebas SABER PRO y las competencias específicas cognitivas y procedimentales. Para el efecto del análisis se utilizó una escala de calificación de uno a cinco en donde uno que es el puntaje mínimo representa la no alineación de las competencias del programa con los componentes de las pruebas SABER PRO y el cinco representa la alineación consistente entre componentes de la prueba y competencias del curso. De tal manera que cada cruce de competencias fue valorado en una escala de uno a cinco según estuviesen menor o mayormente las competencias y los componentes de la prueba.

Esta escala se interpreta de la siguiente forma



- Calificación un (1) punto: Se le dio una calificación de un (1) Punto a aquellas competencias específicas que deberían ser alcanzadas al desarrollar cada uno de los módulos del curso de Simulación, que al ser comparadas con las competencias cognitivas evaluadas en las pruebas SABER PRO no se encontraban alineadas y no eran determinantes para el alcance del objetivo con el objetivo que se quería alcanzar en determinado modulo.
- Calificación dos (2) puntos: se calificó con una puntuación de dos aquellas competencias que al ser comparadas y analizadas, no resultaron alineadas con las competencias planteadas por el ACOFI, pero resultaron determinantes para el alcance de los objetivos del curso.
- Calificación tres (3) puntos: la calificación de tres puntos se le otorgó a aquellas competencias planteadas en el programa analítico del curso de Simulación y las competencias planteadas por el ACOFI, que al ser comparadas y analizadas resultaron alineadas pero no determinantes para el alcance del objetivo de determinado modulo del curso de Simulación.
- Calificación cuatro (4) puntos: se calificó con una puntuación de cuatro a las competencias específicas planteadas en el curso de Simulación que al ser comparadas con las competencias planteadas por el ACOFI, resultaron estar alineadas y ser de ayuda en el alcance del objetivo, pero no son determinantes para su alcance.
- Calificación cinco (5) puntos: se calificó con la máxima puntuación a aquellas competencias específicas que deberían ser adquiridas en el desarrollar de cada uno de los módulos del curso de Simulación y que se encuentran totalmente alineadas con las competencias cognitivas evaluadas en las pruebas SABER PRO. y que además son completamente necesarias para el alcance del objetivo planteado en determinado modulo.

Una vez establecida la escala para realizar la evaluación de las competencias planteadas en el curso de Simulación de la Universidad Tecnológica de Bolívar con las competencias establecidas por la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI). Se realizó una valoración de cada una de las competencias, la cual fue efectuada por el Ingeniero Luis Ignacio Morales Eckardt – Docente del Curso de Simulación, Ayleen Navas Fernández y Rosa María Morillo Zúñiga – Estudiantes de Ingeniería Industrial. Las calificaciones se pueden evidenciar en el Anexo 3: Matriz de las competencias del programa analítico del curso de Simulación con las Definiciones de los Elementos De La Estructura De Prueba SABER PRO Para Ingeniería Industrial.

Luego de tener la evaluación de cada una de las competencias (argumentativas, Interpretativas y Propositivas) establecidas por la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, se calculó un promedio con cada una de las calificaciones de estas con el fin de evidenciar cuales eran las competencia más relevantes y determinantes para el alcance de los objetivos planteados en el curso de Simulación

Con base en el resultado del promedio calculado se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Las competencias que tuvieron una calificación entre 1 y 2, deben ser replanteadas puesto que, aunque son determinantes para el alcance de los objetivos del curso de Simulación, no se encuentran alineadas con las competencias cognitivas planteadas por la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, siendo esto uno de los aspectos más importantes para la precepción que tienen el mercado laboral frente a la calidad de sus egresados.
- Las competencias que tuvieron una calificación entre 2 y 3, deben ser replanteadas ya que aunque se encuentran alineadas con las competencias

cognitivas planteadas por la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, se debe buscar la manera para que estas competencias apoyen o sean determinantes en el alcance de los objetivos del curso de Simulación.

- Las competencias que tuvieron una calificación entre 3 y 4, cumplen con el criterio de alineación y ayudan en el alcance de los objetivos establecidos en el curso de Simulación aunque no son completamente necesarios para el alcance de estos.
- Las competencias que tengan una calificación entre 4 y 5, cumplen completamente con el criterio de alineación de las competencias y son determinantes para el alcance de los objetivos.

Los resultados obtenidos al aplicar esta escala demuestran que hay competencias del programa del curso de simulación que no están alineadas con los componentes de la prueba y en general se observa que hay debilidades en casi todos los componentes tal como se puede apreciar en el anexo 3: Matriz de las competencias del programa analítico del curso de Simulación con las Definiciones de los Elementos De La Estructura De Prueba SABER PRO Para Ingeniería Industrial.

Surgió entonces la necesidad de diseñar una propuesta del programa del curso de Simulación en el cual se plantearan las competencias que deberían ser alcanzadas por los estudiantes en cada uno de los módulos de este. Esta propuesta fue diseñada con base en las revisiones literarias de documentos del SENA <sup>17</sup> y de la Fundación Chile <sup>18</sup> sobre diseño curricular en base en competencias y con asesoría del actual docente del curso de Simulación Luis Morales Eckardt.

---

<sup>17</sup> DIVISION DE INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNICO PEDAGOGICO. Manual para diseñar estructuras curriculares y módulos de formación para el desarrollo de competencias en la formación integral profesional. Sena, 2002.

<sup>18</sup> FUNDACION CHILE. Centro de Innovación de Competencias. Chile 2006.

Esta propuesta está compuesta por:

- **Competencias Generales y Específicas:** En este punto se plantean las competencias que deben ser alcanzadas por los estudiantes una vez finalicen el curso de Simulación de la Universidad Tecnológica de Bolívar.
- **Elementos de Competencias:** en los elementos de competencias se establecen los desempeños específicos que deben ser desarrollados por los estudiantes en cada una de las unidades del curso de Simulación.
- **Tablas de Saberes:** Es un instrumento que permite precisar, diferenciar y organizar todos los contenidos que se encuentran integrados en las unidades de aprendizaje<sup>19</sup> las cuales se construye con base en los elementos de competencias que deben ser desarrollados por los estudiantes.
- **Metodología:** la metodología es una guía, en la cual se plantean los aspectos generales que se deben seguir para el desarrollo de las clases, en ella se establecen las actividades que deben ser desarrolladas por el docente y las que utilizarán para evaluar a los estudiantes.
- **Plan de Actividades del Módulo:** El plan de actividades es una herramienta que permite establecer y organizar cada una de las actividades que se van a realizar en las unidades del curso de simulación, y los recursos en los cuales se deben apoyar los estudiantes para la realización de dichas actividades.
- **Actividades a Evaluar:** es una herramienta utilizada para establecer el porcentaje de evaluación de cada una de las actividades que se van a realizar en el desarrollo de las unidades del curso de simulación, así como

---

<sup>19</sup> DIVISION DE INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNICO PEDAGOGICO. Manual para diseñar estructuras curriculares y módulos de formación para el desarrollo de competencias en la formación integral profesional. Sena , 2002.

también se utiliza para establecer el instrumentos mediante el cual va a hacer evaluada esta actividad.

## **12. PROPUESTA DEL PROGRAMA DEL CURSO DE SIMULACIÓN**

### **12.1 CONTEXTO.**

En concordancia con la Misión y visión de la Universidad Tecnológica de Bolívar el curso de simulación del programa de ingeniería industrial se constituye en un escenario adecuado para articular acciones entre diferentes actores del proceso: docentes, estudiantes y sector empresarial lo cual conlleva al desarrollo de un programa de formación integral en donde la investigación y el autoaprendizaje se constituyen en una estrategia adecuada para la certificación de competencias no solamente a nivel nacional sino internacional y de esta manera alcanzar el objetivo general del programa tal es facilitar la formación de profesionales integrales, capaces de identificar, analizar y resolver los problemas relacionados con la adecuada utilización de los recursos disponibles de una organización, que mediante el diseño, la innovación, la mejora y la administración de los sistemas productivos, incrementa permanentemente la productividad y competitividad, contribuyendo a mejorar el nivel socioeconómico de la región y el país, acorde con la dinámica del desarrollo económico, científico y tecnológico; no sólo como integrante de la fuerza laboral, sino también como protagonista activo de los procesos de autogestión y creación de empresas.

### **12.2 COMPETENCIAS Y ELEMENTOS DE COMPETENCIA.**

Teniendo en cuenta la visión y experiencia del docente a cargo de la asignatura y los objetivos de formación del programa se han definido las siguientes competencias.

#### **Competencia General**

- Diseñar y Desarrollar un proceso de Simulación, para la Interpretación, representación y análisis de procesos reales y la búsqueda de soluciones Innovadoras a los problemas de la Ingeniería Industrial.

## **Competencias Específicas**

- Aplicar de forma efectiva la Simulación en la mejora de un proceso Productivo y en ambientes complejos.
- Diseñar y evaluar nuevos procesos productivos en la búsqueda de mejores soluciones para problemas propios de la Ingeniería industrial.

## **Elementos de competencia**

### **Transversales**

- Organizar y planificar las diversas actividades que se requieren para un modelo de Simulación con objeto de garantizar el buen desarrollo de éste proceso bajo cualquier contexto que se presente.
- Comunicarse efectiva y eficazmente en forma escrita, gráfica y simbólica, durante cada una de las etapas del modelo de Simulación, para así garantizar la confiabilidad del proceso, bajo cualquier circunstancia.
- Relacionarse e integrarse a equipos de trabajo, para poder abordar de forma efectiva cualquier problema de ingeniería que pueda ser solucionado con la herramienta de Simulación. Definir apropiadamente los criterios que se emplearán en la evaluación de sistemas productivos y sus mejoras, bajo diferentes condiciones de operación.
- Desarrollar capacidad de trabajo autónomo y proactivo en la búsqueda de soluciones apropiadas a problemas de ingeniería a través de la Simulación en condiciones de incertidumbre.
- Propositivo en la adaptación de la metodología general de Simulación que permita intervenir sistemas productivos, bajo diversos contextos de forma exitosa.

## **Específicos**

### **Unidad 1. Fundamentos de la Simulación**

- Comprender la Importancia de la Simulación como Herramienta de Análisis de Sistemas Productivos Altamente Complejos.
- Apropiar las etapas de la Metodología General de Simulación, Para Hacer una Apropiaada Aplicación en la búsqueda de soluciones al problema objeto de estudio.

### **Unidad 2. Simulación de Montecarlo**

- Comprender el Procedimiento General de la Simulación de Montecarlo para su apropiada Utilización en la Simulación Dinámica.

### **Unidad 3. Aplicaciones de Simulación de Montecarlo en Problemas de Líneas de Espera**

- Aplicar la Simulación de Montecarlo a Problemas de Líneas de Espera, bajo diferentes configuraciones, condiciones de operación y Variabilidad en los tiempos.

### **Unidad 4. Aplicaciones de Simulación de Montecarlo en Problemas de Inventarios**

- Aplicar la Simulación de Montecarlo a Problemas de Inventarios, bajo diferentes configuraciones, condiciones de operación y Variabilidad en los tiempos.



### **Unidad 5. Generación de Números Pseudoaleatorios Discretos**

- Comprender las diferentes técnicas empleadas para generar números Pseudoaleatorios discretos para su posterior utilización en los procesos de Simulación.

### **Unidad 6. Pruebas Estadísticas de Números Pseudoaleatorios Discretos**

- Evaluar el cumplimiento de características estadísticas de los números Pseudoaleatorios generados, con objeto de garantizar la calidad del proceso de Simulación

### **Unidad 7. Utilización de Software Especializado de Simulación**

- Diseñar y evaluar Simulaciones de procesos productivos aplicando una herramienta de software de forma eficaz, bajo condiciones de incertidumbre.

### **Unidad 8. Análisis de Datos de Entrada y Salida del Modelo de Simulación**

- Evaluar la calidad estadística de los datos recolectados con objeto de garantizar que los resultados del Modelo de Simulación sean confiables.
- Establecer relaciones causa efecto, a través del análisis de los datos obtenidos de la Simulación, con objeto de emitir un Diagnostico del comportamiento del Sistema Objeto de Estudio.

## **Unidad 9. Diseño y Evaluación de Soluciones de Ingeniería a través de Simulación**

- Proponer soluciones de ingeniería a las diversas problemáticas o situaciones estudiadas que permitan alcanzar de forma exitosa los objetivos de la Simulación establecidos previamente, en un sistema productivo determinado

## Tabla de Saberes

### Unidad 1: Fundamentos de Simulación

Tabla 2. Saberes unidad 1.

CONOCER	HACER	SER
<p>Conceptos generales de Simulación</p> <p>Modelado y Sistemas</p> <p>Etapas de un proceso de Simulación</p>	<p>Reconocer la importancia de la herramienta Simulación, con el propósito de entender el papel que desempeña en la toma de decisiones de una empresa.</p> <p>Clasificar los diferentes tipos de Simulación y sus contextos de aplicación.</p> <p>Identificar las principales variables que rigen el comportamiento del sistema objeto de estudio.</p> <p>Representar gráficamente el proceso que se desee simular, ubicando dentro del gráfico las variables que afectan en mayor grado el desempeño del sistema.</p> <p>Reconocer las etapas que se realizan en el procedimiento de Simulación.</p>	<p>Ético en el desarrollo de su labor profesional y en su vida personal</p> <p>Responsable y cumplido con las tareas asignadas.</p> <p>Tolerancia y respeto por la opinión de los demás</p>

## Unidad 2: Simulación de Montecarlo

**Tabla 3.** Saberes unidad 2

CONOCER	HACER	SER
<p>Características de la Simulación de Montecarlo</p> <p>Números aleatorios.</p> <p>Método de la transformada en la Simulación de Montecarlo</p>	<p>Identificar cuando aplicar la Simulación de Montecarlo</p> <p>Aplicar la metodología de Montecarlo en la Simulación de problemas del mundo reales.</p>	<p>Ético en el desarrollo de su labor profesional y en su vida personal</p> <p>Confiable en el desarrollo de su labor.</p> <p>Responsable con las tareas encomendadas y su cumplimiento en el tiempo</p>

## Unidad 3: Aplicación de la Simulación de Montecarlo a Líneas de Espera

**Tabla 4.** Saberes unidad 3.

CONOCER	HACER	SER
<p>Revisión de elementos de líneas de espera y los supuestos que rigen los modelos de Teoría de Cola.</p> <p>Aplicación de la Simulación de Montecarlo a líneas de esperara</p> <p>Calculo de medidas de rendimiento en problemas de líneas de espera.</p>	<p>Construir el modelo conceptual asociado a problemas de líneas de espera.</p> <p>Realizar la Simulación de Montecarlo para un problema de Líneas de Espera.</p> <p>Proponer diversos indicadores que permitan describir el comportamiento de una Línea de Espera.</p> <p>Interpretar y emitir un concepto acerca de las causas que expliquen el comportamiento de un sistema particular.</p>	<p>Ético en el desarrollo de su labor profesional y en su vida personal</p> <p>Confiable en el desarrollo de su labor.</p> <p>Responsable en el cumplimiento de sus deberes.</p> <p>Respeto por la opinión de los demás</p>

## Unidad 4: Aplicación de la Simulación de Montecarlo a problemas de Inventario

Tabla 5. Saberes unidad 4.

CONOCER	HACER	SER
<p>Revisión de elementos de los elementos de problemas de inventarios y sus supuestos</p> <p>Revisión de los modelos clásicos de inventarios.</p> <p>Aplicación de la Simulación de Montecarlo a problemas de inventarios</p> <p>Calculo de medidas de rendimiento en problemas de inventario</p>	<p>Realizar la Simulación de Montecarlo para un problema de Inventarios.</p> <p>Proponer diversos indicadores que permitan describir el comportamiento de un Sistema de Inventarios.</p> <p>Interpretar y emitir un concepto acerca de las causas que expliquen el comportamiento de un sistema particular.</p>	<p>Tolerante y respetuoso por la opinión de los demás.</p> <p>Ético en el desarrollo de su labor profesional y en su vida personal</p> <p>Responsable con las tareas encomendadas y su cumplimiento en el tiempo.</p>

## Unidad 5: Generadores Números Pseudoaleatorios Discretos

Tabla 6. Saberes unidad 5.

CONOCER	HACER	SER
<p>Conocer las características deseadas de los números pseudoaleatorios.</p> <p>Conocer los diferentes generadores de los números pseudoaleatorios y las características que definen su apropiada utilización.</p>	<p>Generar por medio de algoritmos determinístico que requieren parámetros de arranque, conjuntos de números pseudoaleatorios.</p>	<p>Confiable en el desarrollo de su labor.</p> <p>Responsable con las tareas encomendadas y su cumplimiento en el tiempo.</p> <p>Respeto por la opinión de los demás.</p>

## Unidad 6: Pruebas Estadísticas de Números Pseudoaleatorios Discretos

Tabla 7. Saberes unidad 6.

CONOCER	HACER	SER
<p>Conocer las diversas pruebas estadísticas para validar.</p> <p>Números pseudoaleatorios:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- prueba de medias.</li><li>- prueba de varianza</li><li>- prueba de uniformidad.</li><li>- pruebas de independencia.</li></ul>	<p>Realizar pruebas estadísticas de aleatoriedad, con el fin de validar los principios de aleatoriedad que debe tener cualquier generador de números pseudoaleatorios.</p> <p>Interpretar los resultados obtenidos de las pruebas de aleatoriedad, para justificar que el conjunto de números generado, son pseudoaleatorios o no.</p>	<p>Ético en el desarrollo de su labor profesional y en su vida personal</p> <p>Confiable en el desarrollo de su labor.</p> <p>Responsable con las tareas encomendadas y su cumplimiento en el tiempo.</p> <p>Respeto por la opinión de los demás.</p>

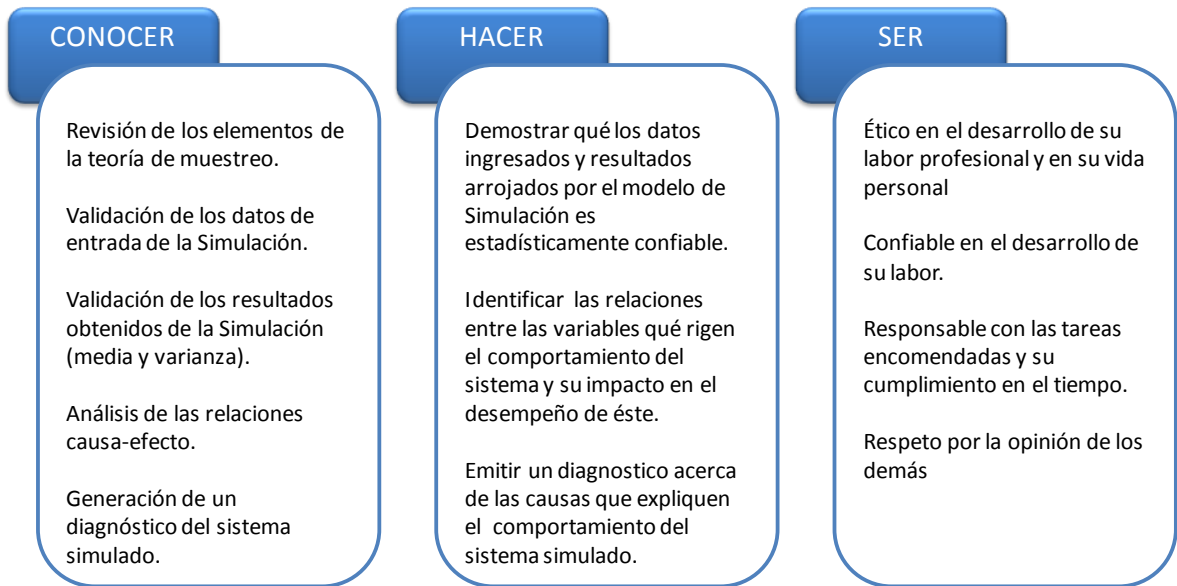
## Unidad 7: Utilización de Software Especializado de Simulación

Tabla 8. Saberes unidad 7

CONOCER	HACER	SER
<p>Simulación Con Promodel – Arena</p> <p>Elementos básicos en la construcción de un modelo con Promodel</p> <p>Locación</p> <p>Entidad</p> <p>Recursos</p> <p>Modelos terminales y no terminales</p> <p>Path Network</p> <p>Processing</p> <p>Arrivals</p> <p>Comandos más usados</p>	<p>Diseñar Modelos de sistemas reales con Promodel, por medio del cual se pueda entender el comportamiento de un sistema real</p> <p>Reconocer e identificar los elementos básicos en la construcción de un modelo con Promodel de un sistema real</p>	<p>Ético en el desarrollo de su labor profesional y en su vida personal</p> <p>Confiable en el desarrollo de su labor.</p> <p>Responsable con las tareas encomendadas y su cumplimiento en el tiempo.</p> <p>Respeto por la opinión de los demás.</p>

## Unidad 8. Análisis de Datos de Entrada y Salida del Modelo de Simulación

**Tabla 9.** Saberes unidad 8.



## Unidad 9. Diseño y Evaluación de Soluciones de Ingeniería a través de Simulación

Tabla 10. Saberes unidad 9.

CONOCER	HACER	SER
<p>Características que se tienen que tener en cuenta en los modelos de Simulación de sistemas de manufactura, en problemas de Sistemas Push, Pull, con aplicaciones de TOC, etc.</p> <p>Medidas de desempeño del Sistema a analizar de acuerdo al objetivo de Simulación que se haya predefinido.</p>	<p>Modelar y Simular sistemas de manufactura u otros sistemas productivos determinados, en el Software de Simulación Promodel®, para iniciar el diagnóstico del mismo.</p> <p>Identificar las variables que impactan en mayor grado, el resultado de los indicadores del desempeño sistema, para evaluar escenarios, buscando la meta de Simulación deseada.</p> <p>Proponer una o varias soluciones ingenieriles que muestren un mejoramiento del desempeño del sistema simulado; que estén acorde a los objetivos de la Simulación</p>	<p>Tolerante y respetuoso por la opinión de los demás.</p> <p>Ético en el desarrollo de su labor profesional y en su vida personal</p> <p>Responsable con las tareas encomendadas y su cumplimiento en el tiempo.</p>

### Metodología

De acuerdo con el Modelo Pedagógico de la Universidad Tecnológica de Bolívar en el curso de Simulación, se desarrollará una metodología activo-participativa, con una modalidad presencial, se refiere al papel protagónico del estudiante frente a todas las actividades diseñadas en el modulo cuyo aprendizaje depende de el mismo, ya que se trata de generar autonomía en el proceso de enseñanza aprendizaje

Las competencias laborales, generales y específicas del módulo se realizaran con clases teórico prácticas en las cuales el docente presentara los contenidos



teóricos y a través de demostraciones y ejemplos ilustrara sobre la manera de llevar a la práctica esos contenidos y una vez que esté en posesión del conocimiento teórico se desplazara al ambiente laboral para realizar la respectiva aplicación práctica de lo aprendido trayendo a su vez información al docente acerca de las dificultades encontradas y de los logros obtenidos con el fin de recibir la orientación necesaria para superar esas dificultades, son módulos en los cuales se realizan actividades en clases, talleres y laboratorios bajo la orientación del profesor, también se espera trabajo cooperativo entre los estudiantes con el fin de apoyarse en la realización de las actividades.

Al inicio del módulo de espera que el docente explique competencias metodología de trabajo contenidos y formas de comprobación de resultados

Durante el desarrollo del módulo el docente deberá revisar explicaciones demostrativas que sirvan como base para la realización posterior del saber,

El docente deberá hacer un seguimiento riguroso de las actividades de aprendizaje y de las competencias que el alumno va desarrollando con el fin de ir reforzando y orientando aquellas competencias en las que se presenten debilidades.

Los estudiantes aplicaran los conocimientos adquiridos siguiendo las guías de actividades y tareas establecidas en el respectivo manual.

Esto significa que se requiere un permanente hacer del estudiante y una retroalimentación por el tutor o tutora, quién a su vez:

- Propone lecturas reguladas y talleres que ejercitan el aprendizaje autónomo y la auto-evaluación del estudiante.
- Promueve el aprendizaje colaborativo a través de la conformación de grupos de estudio teórico-práctico.

- Formula preguntas contextualizadas sobre casos que se presentan en el mundo laboral, para incentivar el análisis y la reflexión.
- Proporciona al estudiante material de apoyo para el uso apropiado de la herramienta Simulación en cualquier contexto.
- Comprueba procedimientos aplicados en el desarrollo de ejercicios propuestos.
- Proporciona al estudiante herramientas para el aprendizaje significativo de los conocimientos teórico –práctico implicados en la actividad.

Para soportar el proceso enseñanza-aprendizaje se utilizarán las siguientes actividades y recursos:

- **Demostraciones y ejercitaciones demostradas**, en las cuales el docente utilizando ejemplos representativos ilustrará a los estudiantes acerca de las maneras de aplicar los conceptos.
- **Prácticas de Laboratorio:** Los estudiantes desarrollaran las actividades presentadas en las Prácticas de Laboratorio por medio de las cuales adquirirán habilidades propias de los métodos de la investigación científica, amplían, profundizan, consolidan, realizan, y comprueban los fundamentos teóricos de la asignatura mediante la experimentación empleando los medios de enseñanza necesarios, garantizando el trabajo individual en la ejecución de la práctica
- **Asignaciones:** Se asignarán tareas para realizarse en grupos de máximo 3 personas. Estas tareas están diseñadas para familiarizar a los estudiantes con una variedad de problemas de interés teórico y práctico e incentivar el empleo de herramientas de software especializadas.

- **Exámenes presenciales:** Son pruebas escritas diseñadas especialmente para la evaluación de las competencias que se han desarrollado en el campo laboral.
- **Aprendizaje basado en problemas:** Los estudiantes trabajan en grupos pequeños, sintetizar y construir el conocimiento para resolver problemas que son tomados de la realidad del campo profesional en el cual le toca desempeñarse.

## Plan de Actividades del Curso de Simulación

**Tabla 11.** Plan de actividades por Unidad de Aprendizaje

UNIDAD DE APRENDIZAJE	SESIÓN TEMÁTICA	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE	RECURSOS
<b>FUNDAMENTOS DE LA SIMULACIÓN</b>	<p><b>Generalidades</b>                      Definición                      ¿Por Qué                      Tipos De Simulación                      Ventajas Y Desventajas                      Aplicaciones De La Simulación</p> <p><b>Modelado Y Sistemas</b>                      Definición de Sistema                      Componentes de un Sistema.                      Características                      Modelado                      Componentes de un Modelo                      Clasificación de los Modelos</p> <p><b>Etapas De Un Proceso De Simulación</b>                      Formulación de un problema                      Recolección y Procesamiento de la información requerida                      Datos e Información                      Tipos de Datos                      Formulación del Modelo Matemático                      Evaluación de las características de la Información                      Formulación de un programa en computador                      Validación del programa de computadora                      Diseño de experimentos en Simulación                      Análisis de resultados y validación de la Simulación</p>	<p>FORO DE PRESENTACIONES PERSONALES</p> <p>CLASES MAGISTRALES</p> <p>FORO TEMÁTICO: ¿Qué es Simular? ¿Cuál es su utilidad?</p> <p>MAPA CONCEPTUAL: construir un Mapa Conceptual de las diferencias entre Modelo y Sistema.</p> <p>FLUJOGRAMA: Construir flujograma de las etapas de un proceso de Simulación.</p> <p>MODELO CONCEPTUAL: construir un modelo conceptual que represente un sistema real e identifique las variables del sistema.</p> <p>PRÁCTICA DE LABORATORIO: Desarrollar Práctica 1. Fundamentos de Simulación</p>	<p>Libro Guía del Curso de Simulación - Discrete event Simulation – Jerry Banks</p> <p>Utilización de la Plataforma SAVIO para la discusión del foro temático</p> <p>Consultas en páginas web recomendadas por el docente.</p> <p>Apuntes tomados de las de las clases magistrales</p>

**Tabla 11. (Continuación)**

<p><b>SIMULACIÓN DE MONTECARLO</b></p>	<p>Generalidades de la Simulación de Montecarlo</p> <p>Aplicaciones de la Simulación de Montecarlo</p>	<p>CLASES MAGISTRALES</p> <p>TRABAJO ESCRITO: Síntesis General de la Simulación de Montecarlo.</p> <p>PRÁCTICA DE LABORATORIO: Desarrollar la práctica 2: Simulación de Montecarlo</p>	<p>Libro Guía del Curso de Simulación - Discrete event Simulation – Jerry Banks</p>
<p><b>APLICACIONES DE SIMULACIÓN DE MONTECARLO EN PROBLEMAS DE LÍNEAS DE ESPERA</b></p>	<p>Aplicaciones de la Simulación en Líneas de Espera</p> <p>Medidas de Rendimiento de un Sistema objeto de Estudio</p> <p>Simulación de Modelos de Líneas de Espera (M/M/1)</p> <p>Simulación de Modelos de Líneas de Espera ( M/M/S)</p> <p>Simulación de Modelos de Líneas de Espera (Colas en paralelo)</p> <p>Simulación de Modelos de Líneas de Espera ( Colas en Serie)</p>	<p>CLASES MAGISTRALES</p> <p>PANEL DE DISCUSIÓN: Aplicaciones de la Simulación en Líneas de Espera</p> <p>PRÁCTICA DE LABORATORIO: Desarrollar la práctica 3: aplicaciones de Simulación de Montecarlo en problemas de líneas de espera</p> <p>Examen Presencial: verificar la asimilación de los conocimientos obtenidos en los 3 primeros módulos del curso</p>	<p>Apuntes tomados en las clases magistrales</p> <p>Libro Guía del Curso de Simulación - Discrete event Simulation – Jerry Banks</p> <p>Material Suministrado por el Docente para la realización de la evaluación</p> <p>Apuntes tomados en las clases magistrales</p>
<p><b>APLICACIONES DE SIMULACIÓN DE MONTECARLO EN PROBLEMAS DE INVENTARIOS</b></p>	<p>Aplicaciones de la Simulación en Problemas de Inventario</p> <p>Simulación de Modelos de Inventarios (The News PaperSeller)</p> <p>Simulación de Modelos de Inventarios (Modelos EOQ)</p> <p>Simulación de Modelos de Inventarios (Modelos con Revisión Periódica)</p> <p>Simulación de Modelos de Inventarios (Modelos con Revisión Continua)</p>	<p>FORO TEMATICO: Aplicaciones de la Simulación en Problemas de Inventario</p> <p>PRÁCTICA DE LABORATORIO: Desarrollar la práctica 4: Aplicación de la Simulación de Montecarlo en problemas de inventario</p>	<p>Libro Guía del Curso de Simulación - Discrete event Simulation – Jerry Banks</p> <p>Material Suministrado por el Docente para la realización del taller</p> <p>Apuntes tomados en las clases magistrales</p>

**Tabla 11. (Continuación)**

<p align="center"><b>GENERACIÓN DE NÚMEROS PSEUDOALEATORIOS DISCRETOS</b></p>	<p>Generación de Números Aleatorios</p> <p>Definición de Número Aleatorio</p> <p>Características deseadas de los Números Pseudoaleatorios</p> <p>Generadores de Números Pseudoaleatorios</p> <p>Algoritmos de Cuadrados Medios</p> <p>Algoritmo de Productos Medios</p> <p>Algoritmo de Multiplicador Constante</p> <p>Algoritmo Lineal</p> <p>Algoritmo Congruencial Multiplicativo</p> <p>Algoritmo Congruencial Aditivo</p> <p>Algoritmo Congruencial no Lineales</p> <p>Algoritmo de Blum, Blum y Shub.</p>	<p>CLASES MAGISTRALES</p> <p>TRABAJO ESCRITO: Síntesis sobre los Números aleatorios y los generadores de números aleatorios.</p> <p>PANEL DE DISCUSION: Discusión sobre los generadores de números aleatorios</p> <p>PRÁCTICA DE LABORATORIO: Desarrollar la práctica 5: Generación de números Pseudoaleatorios discretos</p>	<p>Investigaciones previas hechas por los estudiantes.</p> <p>Apuntes tomados en las clases magistrales</p> <p>Libro Guía del Curso de Simulación - Discrete event Simulation – Jerry Banks</p>
<p align="center"><b>PRUEBAS ESTADÍSTICAS DE NÚMEROS PSEUDOALEATORIOS DISCRETOS</b></p>	<p>Pruebas Estadísticas para validar Números Pseudoaleatorios.</p> <p>Pruebas de Medias</p> <p>Pruebas de Varianza</p> <p>Pruebas de Uniformidad:</p> <p>Prueba Chi-Cuadrada</p> <p>Prueba Kolmogorov – Smirnov</p> <p>Pruebas de Independencia:</p> <p>Pruebas de Corridas Arriba y Abajo</p> <p>Pruebas de Corridas Arriba y Debajo de la Media</p> <p>Prueba de Póker</p> <p>Prueba de Series</p> <p>Prueba de Huecos</p>	<p>CLASES MAGISTRALES</p> <p>PRÁCTICA DE LABORATORIO: Desarrollar la práctica 6: pruebas estadísticas de números Pseudoaleatorios discretos</p> <p>Examen Presencial: verificar la asimilación de los conocimientos obtenidos en los módulos 4, 5 y 6 del curso.</p>	<p>Apuntes tomados en las clases magistrales</p> <p>Libro Guía del Curso de Simulación - Discrete event Simulation – Jerry Banks</p>

**Tabla 11. (Continuación)**

<p><b>UTILIZACIÓN DE SOFTWARE ESPECIALIZADO DE SIMULACIÓN</b></p>	<p>Elementos básicos en la construcción de un modelo con Promodel</p> <p>Simulación Con Promodel - Arena</p> <p>Locación</p> <p>Entidad</p> <p>Recursos</p> <p>Modelos terminales y no terminales</p> <p>Path Network</p> <p>Processing</p> <p>Arrivals</p> <p>Comandos más usados</p>	<p>CLASES MAGISTRALES</p> <p>MAPA CONCEPTUAL: Simulación con Promodel y elementos básicos en la construcción de un modelo.</p> <p>PRÁCTICA DE LABORATORIO: Desarrollar la práctica 7: utilización de software especializado de Simulación</p>	<p>Apuntes tomados en las clases magistrales</p> <p>Investigaciones previas hechas por los estudiantes.</p> <p>Software Especializado en Simulación - Promodel</p>
<p><b>ANÁLISIS DE DATOS DE ENTRADA Y SALIDA DEL MODELO DE SIMULACIÓN</b></p>	<p>Análisis De Datos De Entrada con Promodel – Arena</p> <p>Uso del STAT:FIT</p> <p>Análisis De Datos De Salida O Resultados</p> <p>Análisis de Reportes de Promodel</p> <p>Verificación y validación de modelos</p> <p>Análisis estadísticos de resultados de un sistema</p> <p>Comparación de escenarios.</p> <p>Estudio de casos</p>	<p>CLASES MAGISTRALES</p> <p>PRÁCTICA DE LABORATORIO: Desarrollar la práctica 8: análisis de datos de entrada del modelo</p> <p>CLASES MAGISTRALES</p> <p>PRÁCTICA DE LABORATORIO: Desarrollar la práctica 9: análisis de datos de salida del modelo</p>	<p>Apuntes tomados en las clases magistrales</p> <p>Libro Guía del Curso de Simulación - Discrete event Simulation – Jerry</p>

**Tabla 11. (Continuación)**

<p><b>DISEÑO Y EVALUACIÓN DE SOLUCIONES DE INGENIERÍA A TRAVÉS DE SIMULACIÓN</b></p>	<p>Construcción De Modelos, Casos con Promodel - Arena</p> <p>Teoría de restricciones. Factory Physics. Sistemas Pull versus Sistemas Push MRP JIT o KANBAN CONWIP DBR Logística</p>	<p>CLASES MAGISTRALES</p> <p>PRÁCTICA DE LABORATORIO: Desarrollar la práctica 10: diseño y evaluación de soluciones de ingeniería a través de Simulación</p> <p>Examen Presencial: verificar la asimilación de los conocimientos obtenidos en los módulos 7, 8 y 9 del curso.</p>	<p>Libro Guía del Curso de Simulación - Discrete event Simulation – Jerry</p> <p>Material Suministrado por el Docente para la realización del taller</p>
--	--	---	--

**Actividades a Evaluar en el curso de Simulación**

**Tabla 12. Actividades a Evaluar**

UNIDAD DE APRENDIZAJE	SESION	ACTIVIDADES	%	INSTRUMENTO
<p><b>FUNDAMENTOS DE LA SIMULACIÓN</b></p>	<p>1</p>	<p>Compartir información relevante sobre ¿qué es Simular? y ¿cuál es su utilidad? Con base a las investigaciones previamente realizadas</p>	<p>4%</p>	<p>FORO TEMATICO</p>
		<p>Construir una representación gráfica de las diferencias entre Sistemas y modelos</p>	<p>4%</p>	<p>MAPA CONCEPTUAL</p>
		<p>Representar de manera gráfica las etapas del proceso de simulación</p>	<p>4%</p>	<p>FLUJOGRAMA</p>
		<p>Conocer las generalidades de la Simulación, comprender la importancia de ella y desarrollar la capacidad de realizar una adecuada representación gráfica de un sistema real.</p>	<p>10%</p>	<p>PRACTICA DE LABORATORIO</p>



**Tabla 12.** (Continuación)

<b>SIMULACIÓN DE MONTECARLO</b>	1	Realizar una síntesis de los aspectos principales de la Simulación de Montecarlo	4%	TRABAJO ESCRITO
		Reconocer la aplicabilidad de la metodología de la Simulación de Montecarlo y adquirir herramientas teórico-prácticas que le permitan resolver problemas del mundo real, dónde sea posible aplicar el método de Montecarlo.	10%	PRÁCTICA DE LABORATORIO
<b>APLICACIONES DE SIMULACIÓN DE MONTECARLO EN PROBLEMAS DE LÍNEAS DE ESPERA</b>	3	Realizar aportes a la discusión sobre la aplicación de la Simulación de Montecarlo a líneas de Esperas, con base en las investigaciones previamente realizadas	4%	PANEL DE DISCUSIÓN
		Aplicar el método de Simulación de Montecarlo para simular problemas de Líneas de Espera	10%	PRÁCTICA DE LABORATORIO
		Verificar y Validar la asimilación de los conocimientos que poseen los estudiantes una vez se finalice la temática de los primeros tres modelos del curso de Simulación.	50%	EXAMEN PRESENCIAL (Módulos 1, 2 y 3)
<b>APLICACIONES DE SIMULACIÓN DE MONTECARLO EN PROBLEMAS DE INVENTARIOS</b>	2	Compartir los aspectos mas importantes de la aplicación de la Simulación de Montecarlo en problemas de Inventarios	5%	FORO TEMATICO
		Aplicar apropiadamente el método de Simulación de Montecarlo para simular problemas de Inventarios	10%	PRÁCTICA DE LABORATORIO
<b>GENERACIÓN DE NÚMEROS PSEUDOALEATORIOS DISCRETOS</b>	1	Realizar un síntesis sobre la importancia de los números aleatorios y sobre la aplicabilidad de los generadores de números aleatorios	10%	TRABAJO ESCRITO
		Compartir ideas relevantes sobre la aplicabilidad de los generadores de números aleatorios	5%	PANEL DE DISCUSIÓN
		identificar las diversas características que poseen los Generadores de números pseudoaleatorios	10%	PRÁCTICA DE LABORATORIO

**Tabla 12.** (Continuación)

<b>PRUEBAS ESTADÍSTICAS DE NÚMEROS PSEUDOALEATORIOS DISCRETOS</b>		identificar las características de las diversas pruebas estadísticas para números pseudoaleatorios	10%	PRACTICA DE LABORATORIO
	2	Verificar y Validar la asimilación de los conocimientos que poseen los estudiantes una vez se finalice la temática de las unidades 4, 5 y 6 del curso de Simulación.	50%	EXAMEN PRESENCIAL (Módulos 4, 5 y 6)
<b>UTILIZACIÓN DE SOFTWARE ESPECIALIZADO DE SIMULACIÓN</b>	1	Construir una representación gráfica donde se muestre la utilidad de simular con Promodel y cuáles son los elementos básicos para la construcción de un modelo	10%	MAPA CONCEPTUAL
		Realizar la Simulación de un problema real en el software de Simulación Promodel®.	10%	PRACTICA DE LABORATORIO
<b>ANÁLISIS DE DATOS DE ENTRADA Y SALIDA DEL MODELO DE SIMULACIÓN</b>	2	Demostrar qué los datos de entrada para cualquier modelo de Simulación son estadísticamente confiables o no.	10%	PRACTICA DE LABORATORIO
		Demostrar qué los datos de salida para cualquier modelo de Simulación son válidos o no.	10%	PRACTICA DE LABORATORIO
<b>DISEÑO Y EVALUACIÓN DE SOLUCIONES DE INGENIERÍA A TRAVÉS DE SIMULACIÓN</b>		Evaluar propuestas de soluciones de ingeniería con la ayuda del software Promodel®.	10%	PRACTICA DE LABORATORIO
	3	Verificar y Validar la asimilación de los conocimientos que poseen los estudiantes una vez se finalice la temática de las unidades 7, 8 y 9 del curso de Simulación.	50%	EXAMEN PRESENCIAL (Módulos 7,8 y 9)

Una vez diseñada la propuesta del plan de curso de Simulación se realizó el mismo análisis que se le aplicó al vigente plan de curso de Simulación de la Universidad Tecnológica de Bolívar con el fin de valorar cada una de los nuevos elementos de competencias planteados en la propuesta. Las calificaciones se pueden evidenciar en el Anexo 2: Matriz de Contraste de los Elementos de Competencias Propuestos para el plan de curso de Simulación con cada uno de los Módulos del Plan del curso.

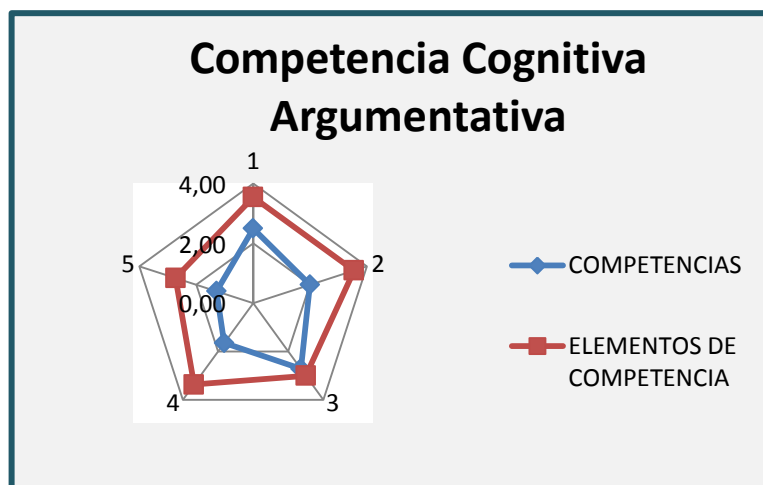
Luego de haber realizado esta evaluación se efectuó una comparación entre los dos resultados obtenidos al momento de analizar el plan de curso de Simulación

de la Universidad Tecnológica de Bolívar y la propuesta diseñada en este proyecto, los resultados de esta comparación se pueden evidenciar en la tabla 13. Componentes de la prueba.

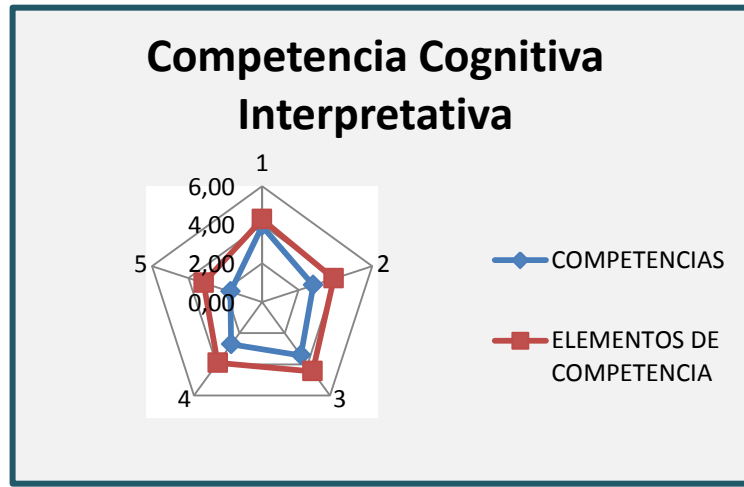
**Tabla 13.** Componentes de la prueba.

COMPONENTES DE LA PRUEBA	COMPETENCIA COGNITIVA	COMPETENCIAS	ELEMENTOS DE COMPETENCIA
Modelamiento de fenómenos y procesos	I	3,93	4,27
	A	2,50	3,55
	P	1,14	2,27
Resolución de problemas, mediante la aplicación de las ciencias naturales y las	I	2,79	3,91
	A	2,00	3,55
	P	1,50	2,64
Comunicación efectiva y eficaz en forma escrita, gráfica y simbólica	I	3,43	4,45
	A	2,71	3,00
	P	1,43	2,64
Análisis, diseño y evaluación de componentes o procesos organizacionales o de sistemas	I	2,71	3,91
	A	1,64	3,36
	P	1,71	2,64
Planeación, diseño, evaluación del impacto (social, económico, tecnológico y ambiental) y	I	1,71	3,18
	A	1,29	2,73
	P	1,43	2,55

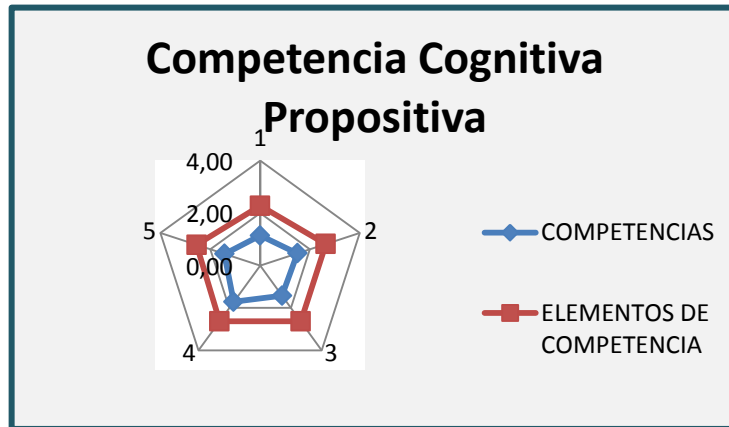
**Gráfica 1.** Competencia Cognitiva Argumentativa.



**Gráfica 2.** Competencia cognitiva interpretativa.



**Gráfica 3.** Competencia cognitiva propositiva.



Como se puede ver reflejado en los gráficas 1, 2 y 3 las cuales muestran las comparaciones realizadas entre las competencias del plan analítico del curso de simulación y los elementos de competencias planteados en la propuesta del nuevo plan de curso para cada uno de los componentes de las pruebas SABER PRO, se observa que los elementos de competencias se encuentran más alineados con las competencias establecidas por la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, la cual se encarga de la evaluar la formación profesional de los estudianta por medio de competencias cognitivas y componentes disciplinares y profesionales mediante las pruebas SABER PRO. Como la nueva propuesta del

programa de Simulación incluye las competencias que son evaluadas a través de las pruebas Saber Pro el nuevo plan de curso de Simulación propuesto tiene un valor agregado por que ayudara a los estudiantes para que desarrollen las competencias necesarias para tener éxito al realizar dichas pruebas en los temas que hacen referencia a Simulación.

Luego de realizar la evaluación de los elementos de competencia con cada una de las unidades del plan de curso de simulación, se verificó si los elementos de competencias propuestos para el plan de curso de simulación seguían la misma estructura lingüística de las competencias planteada por el PhD Rodolfo Posada Álvarez, los resultados de esta verificación de pueden observar en la tablas 13: *Estructura de los Elementos de Competencia Propuestos.*

**Tabla 13.** Estructura de los Elementos de Competencia Propuestos

ACCION	OBJETO	CONDICION
Organizar y planificar	Actividades que se requieren para un modelo de simulación	con el objeto de garantizar el buen desarrollo de éste proceso bajo cualquier contexto que se presente.
Comunicarse efectiva y eficazmente en forma escrita, grafica y simbólica	durante cada una de las etapas del modelo de simulación	para así garantizar la confiabilidad del proceso, bajo cualquier circunstancia.
Relacionarse e integrarse a equipos de trabajo, para poder abordar de forma efectiva	cualquier problema de ingeniería	qué pueda ser solucionado con la herramienta de simulación.
Definir	los criterios que se emplearán en la evaluación de sistemas productivos y sus mejoras	bajo diferentes condiciones de operación.
Desarrollar capacidad de trabajo autónomo y proactivo	en la búsqueda de soluciones apropiadas a problemas de ingeniería	a través de la simulación en condiciones de incertidumbre.
Propositivo en la adaptación de la metodología general de simulación	qué permita intervenir sistemas productivos	bajo diversos contextos de forma exitosa.
Comprender	la Importancia de la Simulación	como Herramienta de Análisis de Sistemas Productivos Altamente Complejos.
Apropiar	las etapas de la Metodología General de Simulación	Para Hacer una Apropiada Aplicación en la búsqueda de soluciones al problema objeto de estudio.

**Tabla 13. (Continuación)**

Comprender	el Procedimiento General de la Simulación de Montecarlo	para su apropiada Utilización en la Simulación Dinámica.
Aplicar	la Simulación de Montecarlo a Problemas de Líneas de Espera	bajo diferentes configuraciones, condiciones de operación y Variabilidad en los tiempos.
Aplicar	la Simulación de Montecarlo a Problemas de Inventarios	bajo diferentes configuraciones, condiciones de operación y Variabilidad en los tiempos.
Comprender	las diferentes técnicas empleadas para generar números Pseudoaleatorios discretos	para su posterior utilización en los procesos de Simulación.
Evaluar	el cumplimiento de características estadísticas de los números Pseudoaleatorios generados	con objeto de garantizar la calidad del proceso de Simulación
Diseñar y evaluar	simulaciones de procesos productivos	aplicando una herramienta de software de forma eficaz, bajo condiciones de incertidumbre.
Evaluar	la calidad estadística de los datos recolectados	con objeto de garantizar que los resultados del Modelo de Simulación sean confiables.
Establecer relaciones causa efecto	través del análisis de los datos obtenidos de la Simulación	con objeto de emitir un Diagnostico del comportamiento del Sistema Objeto de Estudio.
Proponer soluciones de ingeniería	a las diversas problemáticas o situaciones estudiadas	que permitan alcanzar de forma exitosa los objetivos de la simulación establecidos previamente, en un sistema productivo determinado.

Como se puede notar en la tabla 13 los elementos de competencias plateados en la propuesta de plan de curso de simulación cumplen con cada uno de los componentes de la estructura lingüística de las competencias descrita anteriormente.

## 13. PRÁCTICAS DE LABORATORIO

### 13.1 GENERALIDADES

La práctica de laboratorio es el tipo de clase que tiene como objetivo la aplicación de instructivos fundamentales en los cuales los estudiantes adquieren habilidades propias de los métodos de la investigación científica, amplían, profundizan, consolidan, realizan, y comprueban los fundamentos teóricos de la asignatura mediante la experimentación empleando los medios de enseñanza necesarios, garantizando el trabajo individual en la ejecución de la práctica.<sup>20</sup>

Estas Prácticas de Laboratorio están constituidas por 3 partes fundamentales que ayudan en el trabajo individual del estudiante para el desarrollo y análisis de la práctica, estas son:

- **Preparación previa a la práctica:** esta etapa se desarrolla en las clases teóricas dirigidas previamente por el profesor, la cuales serán el fundamento básico para el desarrollo de las Prácticas. Al finalizar estas clases teóricas el estudiante estará en la capacidad para seguir a la siguiente etapa.
- **Realización de la práctica:** esta etapa se iniciara con una evaluación la cual llamaremos *Conducta de entrada*, con el fin de evaluar los conocimientos y c competencias previas que poseen los estudiantes y los que adquieren en las clases teóricas. La finalidad de esta etapa es que el estudiante desarrolle las actividades planteadas en las guías de laboratorio y se logre apropiar del conocimiento mediante la práctica.
- **Conclusiones de la práctica:** en esta etapa el estudiante deberá analizar el desarrollo de las actividades hechas para la realización de las Prácticas y

---

<sup>20</sup>Cañedo, Carlos, Fundamentos Teóricos para la Implementación de la Didáctica en el Proceso de Enseñanza – Aprendizaje. Universidad de Cienfuegos, p. 77 - 78.

sacar conclusiones que le permitan demostrar un avance significativo en la apropiación del conocimiento mediante el proceso enseñanza – aprendizaje. Al finalizar esta etapa el profesor aplicara nuevamente una evaluación la cual llamaremos *Conducta de salida*, esta evaluación será aplicada con el fin de validar las competencias y conocimientos adquiridos mediante el desarrollo de la práctica, y permitirá validar si el diseño de las Prácticas es el apropiado para el desarrollo de competencias y conocimientos del curso de Simulación de la Universidad Tecnológica de Bolívar.

### **13.2 ESTRUCTURA DE LAS GUÍAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

Con respecto a la investigación previa; sobre el diseño de la estructura de Prácticas de Laboratorios, aplicadas en diferentes Universidades del país; que contaban con el curso de Simulación en su programa de ingeniería industrial, se puede observar que todas estas siguen una estructura similar, de las cuales se tomaran como referencia, los aspectos más relevantes de éstas que resulten apropiados para ser empleados en la estructura general de las guías de Prácticas de Laboratorio para el curso de Simulación en la Universidad Tecnológica de Bolívar.

La estructura es la siguiente:

#### **1. Introducción:**

En este punto se dará una breve explicación del tema central a tratar en la práctica y explicara algunos antecedentes que serán de mucha importancia para el desarrollo de la práctica.

#### **2. Conocimientos previos:**



En esta parte se enumerarán los temas de los cuales se tendrá que tener un conocimiento previo para el buen desarrollo de la práctica.

### **3. Objetivos y competencias a alcanzar:**

Aquí se enuncian brevemente los objetivos por los cuales se busca que el estudiante participe activamente en el experimento y también se expondrán las competencias que se desarrollarán con la práctica.

### **4. Equipo y Materiales:**

En este punto se enuncian los equipos necesarios para la realización de las Prácticas, así como también el material de apoyo y de consulta que se puede utilizar para el desarrollo de esta.

### **5. Desarrollo de la Práctica:**

En este punto se abordará inicialmente el tema, se dictarán las bases teóricas fundamentales para el desarrollo de la experiencia y se hará una descripción clara, precisa y concreta del problema a solucionar y también una breve justificación de este.

### **6. Ejecución del experimento**

Es aquí donde se dará inicio a la práctica bajo la cual nos apoyaremos para argumentar si la solución de esta es válida o incorrecta.

## **13.3 FORMATO DE LAS GUÍAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

Para la aplicación de las Prácticas de Laboratorio, conductas de entradas y conductas de salidas de cada unidad del curso de Simulación se diseñaron los formatos que se muestran a continuación.

El formato está compuesto por las siguientes partes:

## Encabezado

**Gráfica 4.** Formato de Prácticas: Encabezado.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR FACULTAD DE INGENIERÍA PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CURSO DE SIMULACIÓN		
PRACTICA No.	MODULO 5:	DURACION (HORAS)

La primera parte del formato de las Prácticas es el encabezado, el cual está conformado por datos generales como:

- El nombre de la Universidad en la cual se lleva a cabo el proyecto.
- La Facultad a la cual pertenece el programa y el nombre del programa.
- El nombre de la materia a la cual se le están diseñando las Prácticas de Laboratorio.
- El número de la práctica que se está aplicando.
- El nombre la unidad para el cual se está diseñando la práctica y el tiempo que dura la aplicación de esta.

## Introducción

**Gráfica 5.** Formato de Prácticas: Introducción

INTRODUCCION
CONOCIMIENTOS PREVIOS

La segunda parte del formato de las Prácticas está conformado por dos segmentos, el primero es la introducción, en la cual se da una breve explicación del tema central a tratar en la práctica; y se explicara algunos antecedentes, que

serán de mucha importancia para el desarrollo de la práctica. En el segundo se enumeraran los temas; en los cuales los estudiantes deben tener un conocimiento previo para el buen desarrollo de la práctica.

## Desarrollo De La Práctica

**Gráfica 6.** Formato de Prácticas: Desarrollo de la práctica

COMPETENCIAS A ALCANZAR	
PROCEDIMIENTO	
EQUIPOS NECESARIOS	MATERIALES DE APOYO
DESARROLLO DE LA PRACTICA	

La última parte de las Prácticas está conformada en primera medida por las competencias a alcanzar aquí se enuncian brevemente las competencias que se desarrollaran en la práctica y por las cuales se busca que el estudiante participe activamente en esta. En la parte de procedimiento se especifican cuáles son los equipos necesarios y el material de apoyo a utilizar en el desarrollo de la práctica.

El formato finaliza con el desarrollo de la práctica donde se plantean los problemas a solucionar o los ejercicios que tienen que ser resueltos por los estudiantes en cada uno de las unidades del curso de Simulación.

### 13.4 FORMATO CONDUCTAS DE ENTRADA

Antes de la aplicación de las Prácticas se evalúa a los estudiantes mediante una conducta de entrada, la cual está estructurada como una prueba objetiva con el fin de medir con que competencias cuentan antes de realizar la práctica de laboratorio del curso de Simulación. Esta evaluación está conformada por dos tipos de preguntas, las primeras están diseñadas para mediar las competencias

que deben tener los estudiantes para realizar el curso de Simulación y las segundas miden las competencias específicas las cuales fueron diseñadas con base en temas concretos de los cuales se trataran las Prácticas a desarrollar. Para esta evaluación se diseñó un formato el cual está conformado por dos partes, la primera es el encabezado, en el cual se registran datos generales del curso como nombre y número de la práctica que se va a aplicar, el grupo en el cual está siendo aplicada la evaluación y la fecha en la cual es aplicada esta. La segunda parte está formada por las evaluaciones de competencias Generales y Específicas como se explicaba anteriormente.

**Gráfica 7.** Conducta de entrada: Encabezado.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR	
FACULTAD DE INGENIERÍA	
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL	
CURSO DE SIMULACIÓN	
<b>CONDUCTA DE ENTRADA</b>	
<b>Nombre de la Práctica:</b>	<b>Práctica No:</b>
Grupo:	Fecha:

**Gráfica 8.** Conducta de entrada: Evaluación de competencias.

EVALUACION DE COMPETENCIAS GENERALES	
PREGUNTAS	
EVALUACION DE COMPETENCIAS ESPECIFICAS	
PREGUNTAS	

### 13.5 FORMATO CONDUCTAS DE SALIDA

Al terminar la aplicación de las Prácticas de Laboratorio en el curso de Simulación, los estudiantes son evaluados nuevamente por medio de una conducta de salida, la cual está conformada por las mismas preguntas que miden las competencias específicas diseñadas para las conductas de entrada con el objetivo de medir el desarrollo de las competencias que se buscan mejorar.

**Gráfica 9.** Conducta de Salida: Encabezado.

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR FACULTAD DE INGENIERIA PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL CURSO DE SIMULACION  CONDUCTA DE SALIDA	
<b>Nombre de la Práctica:</b>	<b>Práctica No:</b>
Grupo:	Fecha:

**Gráfica 10.** Conducta de Salida: Evaluación de competencias

EVALUACION DE COMPETENCIAS ESPECIFICAS	
PREGUNTAS	

## 14. DESCRIPCIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

### 14.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

El objetivo fundamental de las Prácticas de Laboratorio es lograr una enseñanza más activa por medio de ejercicios prácticos que les permitan a los estudiantes trabajar de forma individual, apropiarse de conocimientos y desarrollar competencias y habilidades que les permitan una mejor asimilación de los conceptos vistos en las clases magistrales.

Es por lo anterior que para la realización del diseño de las Prácticas de Laboratorio del curso de Simulación se tuvieron en cuenta los siguientes criterios: Los temas planteados en cada uno de las unidades para el desarrollo de las clases del curso de Simulación y las competencias que se buscan desarrollar en estos, para el alcance de los objetivos del curso de Simulación.

Se diseñaron diez (10) Prácticas de Laboratorio una para cada uno de las unidades del curso de Simulación las cuales abarcan uno a uno los temas planteados en el plan de curso de este. Estas Prácticas presentan la estructura vista en el *Numeral 12. Estructura de las Guías Prácticas de Laboratorio*.

El diseño de las pruebas realizadas en cada uno de las Prácticas de Laboratorio obedece a la estructura de las Pruebas Objetivas<sup>21</sup>, Las pruebas objetivas son aquellas en las que el estudiante no necesita construir o redactar la respuesta, sino leer la pregunta, pensar la respuesta, identificarla y marcarla; o leer la pregunta, pensar la respuesta y completarla. Son pruebas de respuestas breves;

---

<sup>21</sup> Ruiz, Carlos, Pruebas de Rendimiento Académico. Programa Interinstitucional Doctorado en Educación Universidad UPEL de Venezuela, p. 7.

su mayor ventaja está en que se elimina la subjetividad y la variabilidad al calificarlas.

Las pruebas objetivas pueden estar integradas por ítems de varios tipos; por ejemplo, verdadero-falso, pareo, selección simple y múltiple. El ítem utilizado para evaluar en las Prácticas de Laboratorio del curso de Simulación fueron los Ítems de Selección simple<sup>22</sup>. Este tipo de ítem consta de dos partes: un enunciado, que puede estar representado por una frase o una pregunta; y cuatro o más alternativas de respuestas, una de las cuales es la opción correcta, el resto se conocen como distractores y deben guardar relación con el enunciado que las introduce.

Podría parecer en estos momentos incoherente el uso de este tipo de pruebas con el concepto de competencias de hecho lo es. Porque diseñar pruebas que evalúen desempeños y competencias requiere de habilidades pedagógicas y de preparación que en este momento no se tiene. El diseño de estas pruebas para hacer incluida en el manual de Prácticas de Laboratorio podría ser objeto de un trabajo posterior dado su complejidad, porque son pruebas que requieren de asistencia técnica.

Se propone que para la aplicación de estas Prácticas de Laboratorio se asigne una hora adicional de trabajo para que el desarrollo de estas no interfieran con las clases magistrales, y que por el contrario sean un refuerzo para que los estudiantes se apropien del conocimiento visto en estas, es por esto que es muy importante que las Prácticas sean aplicadas después de haber recibido la clase teórica, así mismo se propone que el docente asuma un rol de orientador y facilitador y que les permita a los estudiantes desarrollar sus habilidades investigativas con el fin de propiciar un ambiente de autoaprendizaje que facilite la apropiación de los conocimientos y el desarrollo de competencias.

---

<sup>22</sup> Ruiz, Carlos, Pruebas de Rendimiento Académico. Programa Interinstitucional Doctorado en Educación Universidad UPEL de Venezuela, p. 14.

## 14.2 DESCRIPCIÓN DE CADA PRÁCTICA

**14.2.1 Práctica N° 1: Fundamentos de Simulación.** Esta práctica está conformada por temas como la importancia de simular, las aplicaciones de la Simulación, sus ventajas y desventaja, los cuales hacen parte del primer modulo del curso, y fueron incluidas en la práctica con el propósito de que el estudiante logre apropiarse de los conceptos generales de la Simulación, que comprenda la importancia de ella y que le permita desarrollar la capacidad de realizar una adecuada representación gráfica de un sistema real.

**Objetivo:** Identificar las principales variables que rigen el comportamiento del sistema, mediante el desarrollo del modelo conceptual, para una adecuada representación gráfica del sistema.

**Conceptos Previos a Investigar:** Definición modelo, Definición de sistema, Concepto y construcción de diagramas de flujos, Definición de Simulación.

**Conducta de Entrada y Salida:** estará conformada por unas preguntas que evalúan las competencias generales de los estudiantes y unas que evalúan las competencias específicas del tema del cual se trata la práctica, en este caso se presenta una historieta sobre la Importancia de tener una buena alimentación seguida por seis preguntas las cuales están diseñadas para que el estudiante ponga en Prácticas sus competencias Interpretativa, Argumentativa y Propositiva y conteste las preguntas en base en lo que observa e interpreta en la historieta. Las preguntas que evalúan las competencias específicas permitirán evaluar los conocimientos que poseen los estudiantes acerca de los Fundamentos de la Simulación tanto en la conducta de entrada como en la conducta de salida.

**Desarrollo de la Práctica:** Para el desarrollo de la práctica del unidad Fundamentos de Simulación es necesario contar con un aula de clases que permita la proyección del video *Fabrica de Sustos*, ya que este video nos permitirá



analizar el proceso realizado en la fábrica, Identificar las principales variables presentes en el sistema y hacer una Apropiaada Aplicación en la búsqueda de soluciones al problema objeto de estudio.

**14.2.2. Práctica N° 2: Simulación de Montecarlo.** En esta práctica se trataran los aspectos generales de la Simulación de Montecarlo, con el fin de que el estudiante reconozca la aplicabilidad de la metodología de esta; y adquiera herramientas teórico-Prácticas que le permitan resolver problemas del mundo real, dónde sea posible aplicar el método de Montecarlo.

**Objetivo:** Simular y modelar un fenómeno físico real, mediante el método de Simulación de Montecarlo, para ilustrar una de las múltiples áreas de aplicación del método en problemas del mundo real.

**Conceptos Previos a Investigar:** Probabilidad, Variables aleatorias, Número Pseudoaleatorios y Lógica

**Conducta de Entrada y Salida:** En la conducta de entrada de la práctica del unidad de Simulación de Montecarlo se muestra un cuadro creado por el pintor surrealista René Magritte, con el fin de que el estudiante a partir de la observación logre interpretar lo que el artista quiere reflejar por medio de este y pueda responder las preguntas que evalúan las competencias generales. En cuanto a la evaluación de las competencias específicas realizada en la conducta de entrada el estudiante deberá contestar las preguntas a partir de los conocimientos de la Simulación de Montecarlo obtenidos en las clases magistrales y en sus investigaciones previas. En la conducta de salida se evalúan las competencias específicas sobre el unidad de Simulación de Montecarlo por medio de las mismas preguntas relacionadas en la conducta de entrada con la diferencias de que los estudiantes tendrán la oportunidad de apropiarse de los conocimientos en el desarrollo de la práctica y tendrán un mayor conocimiento al realizar la evaluación de la conducta de salida.

**Desarrollo de la Práctica:** La realización de ésta práctica se puede hacer de forma manual, en una hoja común, dado que el número de Simulaciones a realizar no supera los veinte (20) eventos y los cálculos matemáticos necesarios no son complejos. Otra alternativa, es realizar las Simulaciones y cálculos correspondientes en la hoja de cálculo Microsoft® Excel®, software que se encuentra disponible en los equipos del Laboratorio de Simulación, que ofrece funciones y herramientas para resolver éste tipo de problemas.

**14.2.3 Práctica N°3: Aplicaciones de Simulación de Montecarlo en Problemas de Líneas de Espera.** Esta práctica está conformada por temas sobre la aplicabilidad de la simulación de Montecarlo en problemas de líneas de esperas, la intención de ésta, es que el estudiante, aplique apropiadamente el método de la Simulación de Montecarlo para simular problemas de Líneas de Espera, emitiendo un diagnóstico del sistema, con base en los resultados de los indicadores de desempeño característicos para un sistema de colas.

**Objetivo:** Simular, modelar y evaluar un sistema de líneas de espera, mediante el método de Simulación de Montecarlo, para mostrar la Simulación como una herramienta válida y alternativa ante los métodos analíticos de teoría de colas.

**Conceptos Previos a Investigar:** Números aleatorios, Teoría de Colas, Modelos de Líneas de Espera, Indicadores de Desempeño del Sistema

**Conducta de Entrada y Salida:** Para la conducta de entrada se tomó un fragmento del texto de Capote: “Hay una raza de Hombres”, para las preguntas genéricas; y para las específicas, se realizaron preguntas teóricas de la Metodología de la Simulación de Montecarlo Aplicada en Problemas de Líneas de Espera; y para la conducta de salida las mismas preguntas específicas de la conducta de entrada.

**Desarrollo de la Práctica:** Para efectuar ésta práctica, lo apropiado es que el estudiante realice la Simulación manual del Problema en la hoja de cálculo Microsoft® Excel®, porque aun cuando la mayoría de los Indicadores de

Desempeño son operaciones matemáticas, por la cantidad de datos que hay que manejar; se podría cometer algún error al realizar éste cálculo, error en el que el Software no incurriría. De igual forma también se puede hacer la práctica sin la utilización de Excel®, se puede realizar la Simulación en una hoja común.

**14.2.4 Práctica N°4: Aplicaciones de Simulación de Montecarlo en Problemas de Inventario.** Esta práctica está conformada por temas sobre la aplicabilidad de la simulación de Montecarlo en problemas de Inventario. La intención de ésta es que el estudiante, aplique apropiadamente el método de Simulación de Montecarlo para simular problemas de Inventarios, emitiendo un diagnóstico del sistema, con base en los resultados de los indicadores de desempeño característicos para un sistema de inventarios.

**Objetivo:** Simular, modelar y evaluar un sistema de inventarios, mediante el método de Simulación de Montecarlo, para mostrar la Simulación como una herramienta válida y alternativa a los métodos analíticos de teoría de inventarios.

**Conceptos Previos a Investigar:** Concepto de inventarios, Tipos de inventarios, Modelo de inventarios y Simulación de Montecarlo

**Conducta de Entrada y Salida:** Para la conducta de entrada en las preguntas genéricas se utilizó el texto de “Llegó el Automóvil” de La Revista del Periódico Nacional El Espectador, y las preguntas específicas son todas de la temática Simulación de Montecarlo en Problemas de Inventario que no requieren realizar toda una Simulación, sino reconocer cada uno de los pasos para aplicar ésta metodología para responder las preguntas. La conducta de salida, tiene las preguntas específicas de la conducta de entrada.

**Desarrollo de la Práctica:** Para desarrollar la práctica, se recomienda hacer la Simulación del Problema en la hoja de cálculo Microsoft® Excel®, por la cantidad de datos que intervienen en operaciones matemáticas básicas. Asimismo, también

se puede desarrollar la práctica sin la utilización del software, pues, se puede ésta se puede desarrollar en una hoja común.

**14.2.5 Práctica N°5: Generación De Números Pseudoaleatorios.** Esta práctica está conformada por ejercicios sobre los diferentes generadores de números pseudoaleatorios, los cuales son la temática principal del quinto modulo del curso, y tiene como propósito que el estudiante identifique las diversas características que poseen los Generadores de números pseudoaleatorios para una apropiada utilización de éstos en situaciones específicas.

**Objetivo:** Comparar los diversos generadores de números pseudoaleatorios, identificando y comparando las características propias de cada generador de números pseudoaleatorios, para una apropiada y correcta utilización de los mismos.

**Conceptos Previos a Investigar:** Medidas de tendencia central y dispersión, Distribuciones de Probabilidad, Intervalos de Confianza, Independencia, Definición de números aleatorios y pseudoaleatorios

**Conducta de Entrada y Salida:** Para las preguntas genéricas de las conductas de entrada se empleó un fragmento del texto “La Odisea”, y para las específicas preguntas teóricas referentes a propiedades y características de los principales Generadores de números pseudoaleatorios. Para la conducta de salida se utilizaron las mismas preguntas específicas de la conducta de entrada.

**Desarrollo de la Práctica:** La práctica se puede resolver con ayuda de una calculadora, y teniendo a mano las fórmulas matemáticas de los Generadores de números pseudoaleatorios, o bien emplear el software Microsoft Excel®, para programar con ayuda de las funciones que ésta hoja de cálculo ofrece, cada Generador de números pseudoaleatorios, con sólo ingresar parámetros iniciales de arranque.

#### **14.2.6 Práctica N°6: Pruebas Estadísticas de Números Pseudoaleatorios.**

Esta práctica está conformada por ejercicios para aplicar las pruebas estadísticas de números pseudoaleatorios, los cuales son la temática principal del sexto modulo del curso. Con el desarrollo de ésta práctica se espera que el estudiante, identifique las características de las diversas pruebas estadísticas para números pseudoaleatorios, e intérprete los resultados que se obtienen al aplicar dichas Pruebas.

**Objetivo:** Interpretar las características para cumplir criterios de aleatoriedad, mediante la aplicación de pruebas estadísticas, para justificar si un conjunto de números son Pseudoaleatorios.

**Conceptos Previos a Investigar:** Medidas de tendencia central y dispersión, Distribuciones de Probabilidad, Intervalos de Confianza, Independencia, Pruebas de hipótesis, Definición de números aleatorios y pseudoaleatorios.

**Conducta de Entrada y Salida:** La conducta de entrada consta de preguntas genéricas de filosofía y las preguntas específicas de particularidades de las diversas pruebas estadísticas que se aplican a un conjunto de números pseudoaleatorios determinado y resultados para las pruebas de hipótesis. Para la conducta de salida se emplearon las mismas preguntas específicas de la conducta de entrada.

**Desarrollo de la Práctica:** Para llevar a cabo la práctica se hace necesario el uso de la tabla para valores críticos de la función Normal, t de Student, Chi-Cuadrada, Kolmogorov-Smirnov. Además de las fórmulas y procedimientos requeridos en la aplicación de pruebas estadísticas a números pseudoaleatorios. La práctica se realizará en Excel®, pues no se hace necesario un nivel avanzado en el manejo de éste software, para el propósito de ésta práctica.

**14.2.7 Práctica N°7: Utilización de Software Especializado de Simulación.** En esta práctica se tratarán los elementos básicos para la construcción de un modelo con el Software Promodel®, con el fin de que los estudiantes; profundicen en el uso de este software de Simulación, para simular en ésta herramienta problemas del mundo real.

**Objetivo:** Emplear el software de Simulación Promodel®, para realizar, visualizar y evaluar Simulaciones, que permitan familiarizar el uso y aplicabilidad en el campo ingenieril de éste software.

**Conceptos Previos a Investigar:** Modelo Conceptual, Lógica Flujo del Proceso, Locaciones, Entidades, Atributos, Variables, Líneas de Espera, Estados del Sistema

**Conducta de Entrada y Salida:** Para las preguntas genéricas de la conducta de entrada se utilizaron preguntas de Violencia y Sociedad y para las específicas se formularon preguntas referentes al uso de las herramientas e identificación de íconos y comandos del software de Simulación Promodel®. Para la conducta de salida se utilizaron las mismas específicas de la conducta de entrada.

**Desarrollo de la Práctica:** Para la realización de ésta práctica se hace necesario el uso de los computadores del Laboratorio de Simulación, dónde en todos los equipos se encuentra instalada la versión estudiantil del software Promodel®. Dónde los estudiantes se servirán de éste software para resolver las preguntas de la práctica.

#### **14.2.8 Práctica N°8: Análisis de Datos de Entrada Del Modelo de Simulación.**

Esta práctica abarca la temática, validación y verificación de modelos, con la intención de que el estudiante demuestre estadísticamente, si los datos de entrada para cualquier modelo de Simulación son válidos, basando su justificación en los resultados obtenidos al aplicar las pruebas.

**Objetivo:** Validar los datos de entrada del modelo de Simulación, por medio de la parametrización de los datos de entrada a funciones de distribución de probabilidad conocidas o empíricas, para demostrar que los datos ingresados son estadísticamente confiables.

**Conceptos Previos a Investigar:** Distribuciones de Frecuencias, Independencia, Correlación, Diagrama de Frecuencias, Variables Aleatorias y Otros elementos de estadística descriptiva e inferencial.

**Conducta de Entrada:** Para las preguntas genéricas de la conducta de entrada se emplearon preguntas de Violencia y Sociedad y para las específicas se hicieron preguntas de las características deseadas en todos los datos de entrada para cualquier modelo de Simulación. Para la conducta de salida se utilizaron las mismas específicas de la conducta de entrada.

**Desarrollo de la Práctica:** Para llevar a cabo ésta práctica se necesita el software Promodel®, específicamente la función Stat:Fit, para el análisis y parametrización de datos de entrada.

**14.2.9 Práctica N°9: Análisis de Datos de Salida Del Modelo de Simulación.** La intención de ésta práctica es que el estudiante demuestre estadísticamente, si los datos de salida arrojados por la Simulación de cualquier Sistema, y que se muestran en el Reporte de Simulación son válidos, basando su justificación en los resultados obtenidos al aplicar las pruebas.

**Objetivo:** Validar los resultados del modelo de Simulación, aplicando prueba de hipótesis para medias, para demostrar que los resultados arrojados por el modelo son semejantes a los que se observan en el sistema real

**Conceptos Previos a Investigar:** Prueba de Hipótesis, Diferencia de Medias Muestrales, Distribuciones de Probabilidad y Otros elementos de Estadística Descriptiva e Inferencial.

**Conducta de Entrada:** Para las preguntas genéricas de la conducta de entrada se emplearon preguntas de Lengua Castellana y para las específicas se hicieron preguntas de la etapa para realizar un modelo de Simulación: verificación y validación. Para la conducta de salida se utilizaron las mismas específicas de la conducta de entrada.

**Desarrollo de la Práctica:** Las pruebas de verificación y validación (Prueba de igualdad de medias) se pueden realizar aplicando las fórmulas correspondientes y cómo están no son complejas; se puede hacer uso de una calculadora o si se prefiere de la hoja de cálculo Microsoft® Excel®.

**14.2.10 Práctica N°10: Diseño y Evaluación de Soluciones de Ingeniería a Través De Simulación.** Esta práctica está conformada por temas como la construcción de modelos con Promodel y análisis de los resultados obtenidos de la simulación de sistemas reales, los cuales hacen parte del noveno modulo del curso, y fueron incluidas en la práctica con el fin de que el estudiante proponga soluciones ingenieriles al Sistema que está simulando y evalúe las propuestas; teniendo en cuenta el propósito buscado con la Simulación, en el software Promodel®.

**Objetivo:** Proponer soluciones de ingeniería a un sistema productivo, por medio del diseño, construcción, Simulación y evaluación del sistema a simular; utilizando el software de Simulación Promodel®, para alcanzar de forma exitosa los objetivos buscados con la Simulación

**Conceptos Previos a Investigar:** Configuración de Procesos Productivos, Capacidad, Teoría de Colas, Indicadores de Desempeño, Otros temas relacionados con producción y operaciones y Manejo Software Simulación



**Conducta de Entrada:** Para las preguntas genéricas se utilizó el texto de una canción, y para las preguntas específicas se formularon preguntas de que se propondría evaluar para varios ejemplos de problemas real dónde se aplica la Simulación. Para la conducta de salida se utilizaron las mismas preguntas específicas de la conducta de entrada.

**Desarrollo de la Práctica:** La práctica hace necesaria la utilización del software Promodel®, para modelar, simular y evaluar las propuestas de las soluciones ingenieriles, que el estudiante aporte.

## 15. ANÁLISIS DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Para finalizar con este proyecto se realizó una prueba Piloto con un grupo de estudiantes de la Universidad Tecnológica de Bolívar. La cual consistía en aplicar cada una de las prácticas diseñadas con sus respectivas conductas de entrada y salida para los nueve módulos del Curso de simulación, con el fin de verificar si efectivamente éstas contribuyen al desarrollo de las competencias del curso.

Se propone que para realizar una validación más precisa que demuestre la contribución de las prácticas de laboratorio en el desarrollo de las competencias de los estudiantes se realice una segunda fase de este proyecto que tenga como foco principal la implementación y validación de estas prácticas de laboratorio en cursos de Simulación, en diferentes periodos académicos, lo que permitirá comparar el desempeño de los cursos después de instaurar las Prácticas, con respecto al desempeño de los cursos antes de la aplicación de éstas. De igual forma, también se puede realizar un seguimiento a los estudiantes con la aplicación de las Prácticas en el curso, y observar cual fue su resultado en la evaluación de las pruebas de Estado para la educación superior, y luego contrastar con los resultados de los SABER PRO de los estudiantes que cursaron Simulación cuando no estaba el sistema de Prácticas. Este ejercicio queda fuera de los límites de este trabajo, pero necesario realizarlo en una segunda fase.

Como se mencionaba anteriormente estas prácticas fueron aplicadas a un grupo piloto por ocho (8) de estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Bolívar, los cuales desarrollaron las diez (10) Prácticas de Laboratorio con sus respectivas conductas de entrada y de salida. Los integrantes que conformaron el grupo piloto, con los nombres genéricos asignados y empleados para el análisis de los resultados de las Prácticas fueron los siguientes:

ID	ESTUDIANTE	NOMBRE GENÉRICO
1	Natalia Acuña Fonseca	Estudiante 1
2	Yesica Galarcio Pérez	Estudiante 2
3	Lina Vera Marín	Estudiante 3
4	Katherine Fals Arroyo	Estudiante 4
5	Susana Perea	Estudiante 5
6	IsamuFujii	Estudiante 6
7	Julián Vargas Pilonieta	Estudiante 7
8	Paula Vargas Vargas	Estudiante 8

La conducta de entrada y salida son los instrumentos utilizados en este proyecto, para medir los resultados de desempeño de los estudiantes antes de la Práctica y después de ésta, para luego validar si la Práctica cumplió su objetivo o no. Para hacer esta medición, se plantearon en las conductas de entrada y salida preguntas idénticas de modo que se mostrara la existencia o no de algún progreso en los resultados obtenidos. Estos resultados fueron evaluados mediante el siguiente intervalo de calificación con sus respectivas equivalencias cualitativas<sup>23</sup>:

- 0.0 – 0.9 Insuficiente.
- 1.0 – 1.9 Muy Deficiente.
- 2.0 – 2.9 Deficiente.
- 3.0 – 3.9 Aceptable.
- 4.0 – 4.9 Muy bueno.
- 5.0 Sobresaliente

A continuación se muestran los análisis de las Prácticas de forma individual:

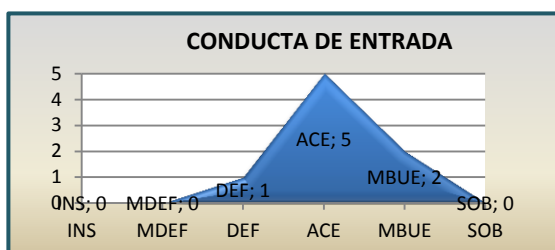
---

<sup>23</sup> Reglamento Estudiantil Pregrado Universidad Tecnológica de Bolívar. Calificaciones. Artículo 82, Parágrafo 1. Pág. 29.

## PRÁCTICA N° 1: FUNDAMENTOS DE SIMULACIÓN.

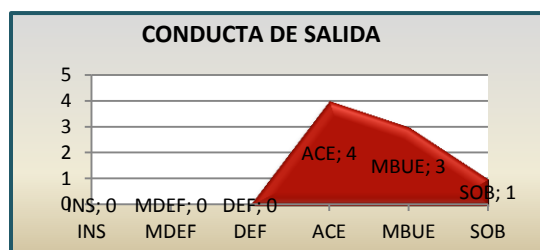
### Resultados antes de la aplicación de las Prácticas

**Gráfica 11.** Práctica Fundamentos de Simulación: Resultados conducta de entrada



### Resultados después de la aplicación de las Prácticas

**Gráfica 12.** Práctica Fundamentos de Simulación Resultados conducta de salida



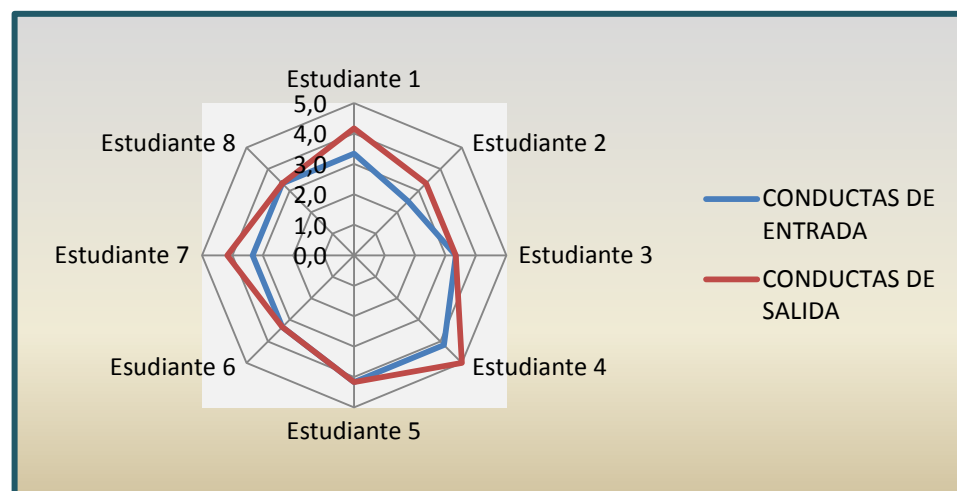
Como se puede apreciar en las gráficas 11 y 12, inicialmente las calificaciones de las respuestas de los estudiantes, son *aceptables*, por lo que se concentran en la parte central del diagrama, y posteriormente pasan a la parte derecha, que es donde se encuentran las calificaciones más altas, pues existe una mejora en el desempeño de los estudiantes luego de realizar la Práctica de Laboratorio.

El promedio obtenido en las calificaciones de la conducta de entrada fue de 3.4 y en la conducta de salida 3.9, con desviaciones estándar de 0.53 y 0.62 respectivamente. Esto quiere decir, que el desarrollo de la Práctica atacó falencias en preguntas que antes se contestaban de forma incorrecta y que luego se contestaron correctamente. De acuerdo a los resultados de la desviación estándar, antes de la Práctica se obtuvieron calificaciones más homogéneas que después de ésta, dado que los estudiantes 1, 2, 4 y 7 pasaron a responder de forma incorrecta a correcta una pregunta más en la conducta de salida, mientras que los cuatro estudiantes restantes permanecieron con la misma calificación, respondiendo el

mismo número de preguntas correctas en la conducta de entrada y salida, lo que causó el incremento de la desviación estándar.

En términos porcentuales el incremento fue de 12.1%. Lo anterior permite apreciar un cambio con respecto a los estudiantes, previo a la realización de Práctica, con respecto a los resultados de la conducta de salida. La gráfica 13, muestra las calificaciones obtenidas por cada uno de los estudiantes que hicieron parte del grupo piloto, de acuerdo al número de preguntas correctas en la conducta de entrada y en la conducta de salida.

**Gráfica 13.** Consolidado de los resultados de la conducta de entrada con la conducta de salida de cada estudiante en la Práctica N° 1: Fundamentos de Simulación



El éxito de la Práctica se puede evidenciar en que los estudiantes antes de la Práctica, y de acuerdo a los resultados de la conducta de entrada, respondieron de forma incorrecta con mayor frecuencia las preguntas 5 y 6, referentes a la identificación de eventos y de sistemas en un modelo de Simulación, elementos temáticos presentes en la Práctica de Laboratorio que el estudiante desarrolla en las preguntas 2 y 4, que luego ayudan a que estos estudiantes respondan de forma correcta la pregunta, lo que produce la mejora en los objetivos de la

Práctica. Aun cuando en la conducta de entrada y de salida tuvieron igual equivalencia cualitativa en la calificación de sus resultados, los promedios son diferentes para las conductas de entrada de 3.5 y de 3.9 para las conductas de salida, siendo así la mayor calificación para este último.

El desempeño inicial de los estudiantes fue *aceptable*, que es la equivalencia cualitativa para 3.4, promedio de calificaciones de la conducta de entrada. Cinco estudiantes (Estudiantes 1, 3, 6, 7, 8) del grupo piloto, acertaron en cuatro respuestas correctas, de las seis preguntas planteadas en la evaluación de las competencias específicas de la Unidad 1: Fundamentos de Simulación.

Dos de los estudiantes (Estudiantes 4 y 5) del grupo piloto, obtuvieron un *muy buen* desempeño en la realización de la conducta de entrada, respondieron correctamente cinco preguntas de las seis planteadas. El Estudiante 2, fue el único que obtuvo un desempeño *deficiente* en la evaluación.

La tabla con las calificaciones detalladas para esta conducta de entrada, se puede apreciar en el Anexo 4: Resultados de la conducta de entrada y salida de la práctica N° 1 Fundamentos de Simulación.

Para la conducta de salida, el resultado de los estudiantes fue *aceptable*, que es la equivalencia cualitativa para 3.9; promedio de calificaciones de la conducta de salida. Cuatro estudiantes (Estudiantes 2, 3, y 6) del grupo piloto, acertaron en cuatro respuestas correctas, de las seis preguntas planteadas en la conducta de salida. De este conjunto de estudiantes, el Estudiante 2, pasó de *deficiente* a *aceptable*, mientras que los otros tres su resultado fue *aceptable*, en la conducta de entrada y de salida.

Tres estudiantes: Estudiantes 1, 5 y 7, obtuvieron un *muy buen* desempeño en los resultados de la conducta de salida. Respondieron correctamente, cinco preguntas de las seis planteadas. De este grupo con calificación de *muy bueno*, los Estudiantes 1 y 7, pasaron de *aceptable* a *muy bueno*, mientras que el Estudiante 5, obtuvo un resultado *muy bueno*, tanto en la conducta de entrada como en la de salida.

El Estudiante 4, fue el único que obtuvo un desempeño *sobresaliente*, que es la máxima calificación, en la conducta de salida.

La tabla con las calificaciones detalladas para la conducta de salida de ésta Práctica de Laboratorio, se puede apreciar en el Anexo 4: Resultados de la conducta de entrada y salida de la práctica N° 1 Fundamentos de Simulación.

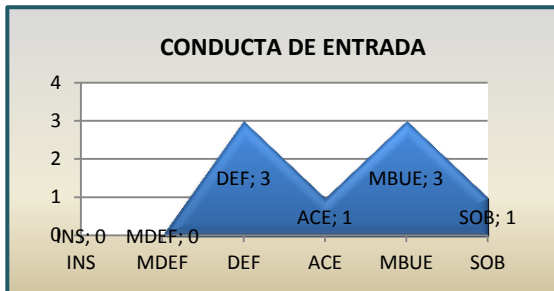
De acuerdo a estos resultados la mitad de los estudiantes tuvo una mejora en su calificación, porque respondieron de forma correcta pregunta(s) que en la conducta de entrada no lo estaban, con el desarrollo de la Práctica de Laboratorio, mientras que la otra mitad de los estudiantes permaneció igual, tanto en la conducta de entrada como en la de salida, más sin embargo con resultados positivos.

## PRÁCTICA N° 2: SIMULACIÓN DE MONTECARLO.

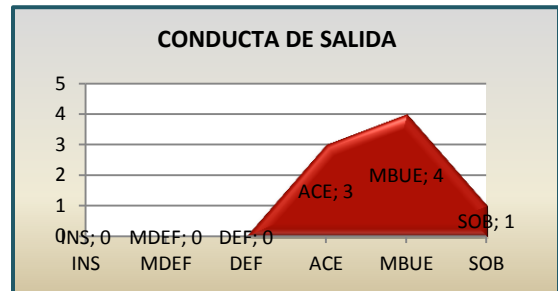
### Resultados antes de la aplicación de las Prácticas

### Resultados después de la aplicación de las Prácticas

**Gráfica 14.** Práctica Simulación de Montecarlo: Resultados conducta de entrada



**Gráfica 15.** Práctica Simulación de Montecarlo: Resultados conducta de salida



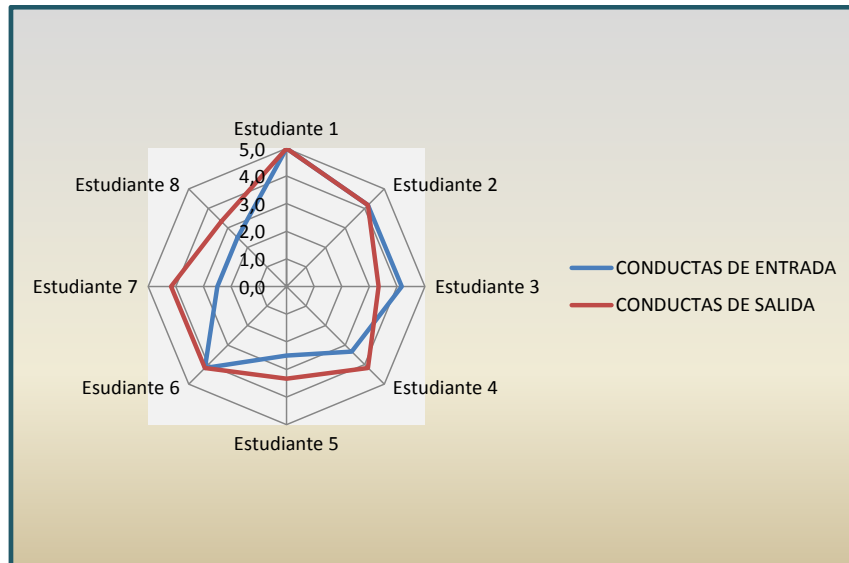
Si bien se puede apreciar un cambio de las conductas de salida, con respecto a las conductas de entrada en las gráficas 14 y 15, y es que las calificaciones de las respuestas de los estudiantes en la conducta de entrada, son *aceptables*, y no están concentradas en una parte específica del diagrama, sino que están dispersas desde la parte izquierda, donde ya son calificaciones bajas, hasta la extrema derecha. Y, posteriormente, en la conducta de salida; pasan a un desempeño *muy bueno*, por lo que las calificaciones se concentran en la parte derecha del diagrama, que es dónde están las calificaciones más altas.

Porcentualmente el incremento fue de 11.8%. Lo anterior permite apreciar un cambio con respecto a los estudiantes, previo a la realización de Práctica, con respecto a los resultados de la conducta de salida. La gráfica 16: Consolidado de los resultados de la conducta de entrada con la conducta de salida de cada estudiante en la Práctica N° 2: Simulación de Montecarlo., muestra las calificaciones obtenidas por cada uno de los estudiantes que hicieron parte



del grupo piloto, de acuerdo al número de preguntas correctas en la conducta de entrada y en la conducta de salida.

**Gráfica 16:** Consolidado de los resultados de la conducta de entrada con la conducta de salida de cada estudiante en la Práctica N° 2: Simulación de Montecarlo.



El promedio obtenido en las calificaciones de la conducta de entrada fue de: 3.5 y en la conducta de salida: 4.0, con desviaciones estándar de: 0.97 y 0.59 respectivamente. Esto quiere decir, que el desarrollo de la Práctica atacó puntos débiles en preguntas que antes se contestaban de forma incorrecta y que luego no. De acuerdo a los resultados de la desviación estándar, antes de la Práctica se obtuvieron calificaciones más dispersas que después de ésta, dado que los estudiantes 4, 5, 7 y 8 pasaron a responder de forma incorrecta a correcta una o dos preguntas más en la conducta de salida, acercándose así al promedio de calificación en la conducta de salida. Tres estudiantes (Estudiantes 1, 2 y 6) permanecieron con la misma calificación para la conducta de entrada y para la de salida.

La meta de la Práctica en general se cumplió, pues se puede observar que los estudiantes antes de la Práctica, y de acuerdo a las calificaciones de la conducta de entrada, mayoritariamente respondieron de forma incorrecta las preguntas 1 y 4, que se refieren a la importancia de los números pseudoaleatorios en la Simulación de Montecarlo, y a las condiciones que pueden generar inconvenientes si no se tienen en cuenta al momento de utilizar la Simulación, respectivamente, temas que se tocan en las preguntas 1, 5 y 6 de la Práctica de Laboratorio, lo que favorece que estos estudiantes respondan de forma correcta la pregunta, produciendo así, una mejora en los objetivos de la Práctica. Sin embargo, se encuentra un caso particular del Estudiante 3, que respondió la pregunta 5 de forma correcta en la conducta de entrada y posteriormente la cambió en la conducta de salida, aun cuando el tema de esta pregunta, sugerir y clarificar los requerimientos del modelos de Simulación, resaltar sus alcances y limitaciones, se toca en la pregunta 2 de la Práctica de Laboratorio.

La calificación inicial fue de 3.5, quedando así un desempeño *aceptable* para los resultados de la conducta de entrada. En esta Práctica se resalta que el Estudiante 1 responde correctamente todas las preguntas, obteniendo así un desempeño *sobresaliente*.

En tres de los estudiantes (Estudiantes 2, 3, y 6) del grupo piloto, se puede apreciar un *muy buen* desempeño en la realización de la conducta de entrada. Respondieron correctamente, cinco preguntas de las seis planteadas. El Estudiante 4, fue el único que obtuvo un desempeño *aceptable* en la evaluación. Y, los Estudiantes 5, 7 y 8, tuvieron un resultado *deficiente* en la conducta de entrada.

La tabla con las calificaciones detalladas para esta conducta de entrada, se puede apreciar en el Anexo 5. Resultados de las Conductas de Entrada y Salida de la Práctica N° 2: Simulación de Montecarlo.

En cuánto a los resultados de la conducta de salida, éste fue *muy bueno*, porque se obtuvo una calificación promedio de 3.9. Cuatro estudiantes (Estudiantes 2, 4, 6 y 7) respondieron correctamente cuatro preguntas del total de preguntas presentes en la conducta de salida. En este grupo de estudiantes, el Estudiante 4, pasó de *aceptable* a *muy bueno*, el Estudiante 7 pasó de *deficiente* a *muy bueno*, convirtiéndose en el estudiante que mejoró más su desempeño en la conducta de salida con respecto a la conducta de entrada y en los Estudiantes restantes (Estudiantes 2 y 6) su resultado fue igual, para la conducta de entrada y para la de salida.

Tres estudiantes: Estudiantes 3, 5 y 8, obtuvieron un desempeño *aceptable* de acuerdo a los resultados de la conducta de salida. Respondieron correctamente, tres preguntas de las seis diseñadas. De este conjunto de estudiantes, los Estudiantes 5 y 8, coincidieron en pasar de *deficiente* a *aceptable*, más sin embargo no tienen iguales las respuestas de sus preguntas, el Estudiante 3, fue el que mostró disminución de su desempeño, pasando de *muy bueno* a *aceptable*.

El Estudiante 5, fue el único que obtuvo un desempeño *sobresaliente*, tanto en la conducta de entrada como en la de salida.

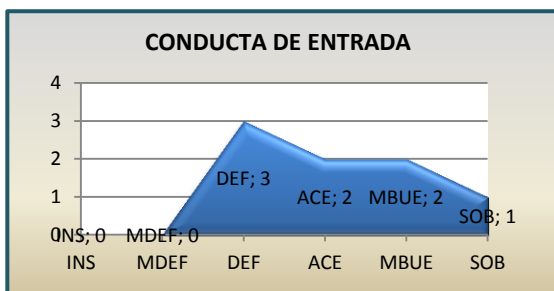
La tabla con las calificaciones detalladas para la conducta de salida de ésta Práctica de Laboratorio, se puede apreciar en el Anexo 5. Resultados de las Conductas de Entrada y Salida de la Práctica N° 2: Simulación de Montecarlo.

Con base en estos resultados cuatro de los estudiantes tuvieron una mejora en su calificación, porque el desarrollo de la Práctica de Laboratorio, les permitió responder de forma correctamente pregunta(s) que en la conducta de entrada no lo estaban. Tres estudiantes permanecieron con igual calificación en la conducta de entrada y en la de salida, con resultados positivos. Y un estudiante, el restante para completar los ocho del grupo piloto, tuvo una disminución en la calificación de la conducta de salida con respecto a la conducta de entrada.

### Práctica N° 3: Aplicaciones de Simulación de Montecarlo en Problemas de Líneas de Espera

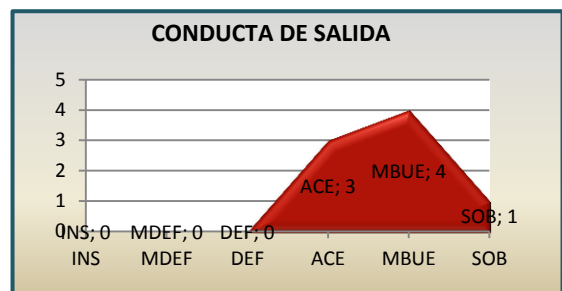
#### Resultados antes de la aplicación de las Prácticas

**Gráfica 17.** Práctica Aplicaciones de la Simulación de Montecarlo en problemas de líneas de espera: Resultados conducta de entrada.



#### Resultados después de la aplicación de las Prácticas

**Gráfica 18.** Práctica Aplicaciones de la Simulación de Montecarlo en problemas de líneas de espera: Resultados conducta de salida.



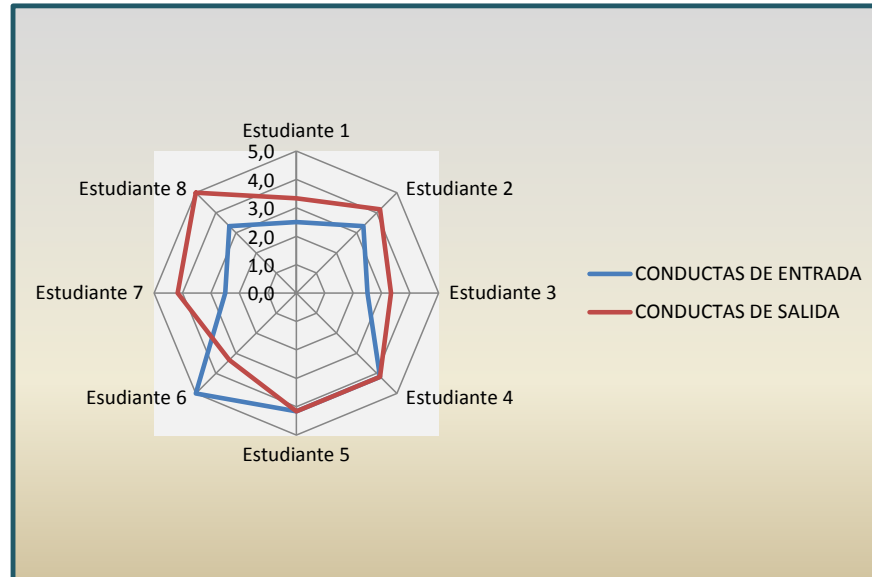
Se puede apreciar un cambio en la gráfica 18 de las conductas de salida, con respecto a las conductas de entrada en la gráfica 17, dado que la calificación promedio de las respuestas de los estudiantes en la conducta de entrada es *aceptable*, y éste promedio no está concentrado en un punto específico del diagrama, sino que las calificaciones se encuentran desde la parte izquierda, abarcando calificaciones bajas, hasta el punto extremo de la derecha del

diagrama. Luego, en la conducta de salida las calificaciones en promedio pasan a ser *muy buenas*, concentrándose en la parte derecha del diagrama, incluyendo las calificaciones más altas.

El éxito de la Práctica se observa en que los estudiantes antes de la Práctica, y teniendo en cuenta las calificaciones de la conducta de entrada, la mayor frecuencia de preguntas con respuestas incorrectas son la 3 y 4, que se refieren a la construcción de una tabla de eventos de Simulación, y cálculo de la probabilidad dado unos parámetros de entrada, respectivamente, temáticas tocadas en las preguntas 2, 4 y 5 de la Práctica, lo que permite que éstos estudiantes respondan de forma correcta la pregunta en la conducta de salida, lo que quiere decir una mejora en los objetivos de la Práctica. En ésta Práctica, también se encuentra una situación no esperada con respecto al Estudiante 6, que respondió todas las preguntas de forma correcta en la conducta de entrada, y luego cambió las respuestas de las preguntas 3 y 5 en la conducta de salida, aun cuando los temas de estas preguntas, construcción de una tabla de eventos de Simulación, cómo se mencionó previamente, y eventos en sistemas de líneas de espera, se tocan en la preguntas 2 y 4 de la Práctica de Laboratorio.

Porcentualmente el incremento fue de 15.2%. Lo anterior permite apreciar un cambio con respecto a los resultados de los estudiantes, previo a la realización de Práctica, con respecto a los resultados en la conducta de salida. La gráfica número, muestra las calificaciones obtenidas por los estudiantes que conformaron el grupo piloto, de acuerdo a la calificación obtenida por el número de preguntas correctas en la conducta de entrada y en la conducta de salida.

**Gráfica 19:** Consolidado de los resultados de la conducta de entrada con la conducta de salida de cada estudiante en la Práctica N° 3: Aplicaciones de Simulación de Montecarlo en Problemas de Líneas de Espera



El promedio obtenido en las calificaciones de la conducta de entrada fue de: 3.4 y en la conducta de salida 4.0, con desviaciones estándar de 0.94 y 0.59, respectivamente. Lo que quiere decir, que el desarrollo de la Práctica por parte de los estudiantes, fortaleció puntos débiles en preguntas que antes se contestaban de forma incorrecta y que luego en la conducta de salida no. Teniendo en cuenta los resultados de la desviación estándar, antes de la Práctica se obtuvieron calificaciones un poco más heterogéneas que después de ésta, sustentado en que los estudiantes 1, 2, 3, 7 y 8 pasaron de responder de forma incorrecta a correcta una o dos preguntas más en la conducta de salida, lo que permitió que las calificaciones en la conducta de salida estuvieran más cerca de la media. Los estudiantes 4 y 5 permanecieron con la misma calificación para la conducta de entrada y para la de salida, mientras que el Estudiante 6 obtuvo una calificación inferior en la conducta de salida con respecto a la conducta de entrada.

El desempeño promedio para las conductas de entradas fue *aceptable*, que es la equivalencia cualitativa de 3.4. En dos de los estudiantes (Estudiantes 4 y 5) del grupo piloto, se puede apreciar un *muy buen* desempeño en la realización de la conducta de entrada. Respondieron correctamente, cinco preguntas de las seis planteadas. Los Estudiantes 2 y 8, obtuvieron un desempeño *aceptable*. Y, los Estudiantes 1, 3 y 7, tuvieron un resultado *deficiente* en la conducta de entrada.

La tabla con las calificaciones detalladas para esta conducta de entrada, se puede apreciar en el Anexo 6. Resultado de las Conductas de Entrada y Salida de la Práctica N° 3: Aplicación de la Simulación de Montecarlo a problemas de Líneas de Espera.

En cuanto al promedio de los resultados de la conducta de salida, éste fue *muy bueno*, porque se obtuvo una calificación promedio de 4.0. Los Estudiantes 2, 4, 5 y 7 respondieron correctamente cinco preguntas de las preguntas evaluadas en la conducta de salida. En este conjunto de estudiantes, el Estudiante 2, pasó de *aceptable* a *muy bueno*, el Estudiante 7 pasó de *deficiente* a *muy bueno*, y los Estudiantes restantes (Estudiantes 4 y 5) su resultado fue igual, tanto para la conducta de entrada como para la de salida.

Los estudiantes 3 y 6, obtuvieron un desempeño *aceptable* de acuerdo a su desempeño en la conducta de salida. Se resalta que el Estudiante 6 obtuvo un desempeño inferior con respecto a los obtenidos en la conducta de entrada, el Estudiantes 3, por su parte, si logro una mejora pasando de *deficiente* a *aceptable*, en su desempeño final.

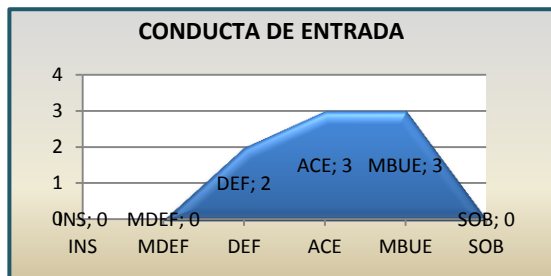
La tabla con las calificaciones detalladas para la conducta de salida de ésta Práctica de Laboratorio, se puede apreciar en el Anexo 6. Resultado de las Conductas de Entrada y Salida de la Práctica N° 3: Aplicación de la Simulación de Montecarlo a problemas de Líneas de Espera.

De acuerdo a estos resultados cinco de los estudiantes tuvieron una mejora en su calificación, justificado en que el desarrollo de la Práctica de Laboratorio, les permitió responder de forma correcta pregunta(s) que en la conducta de entrada no lo estaban. Dos de los estudiantes permanecieron con igual calificación tanto en la conducta de entrada como en la de salida, con resultados positivos. Y un estudiante tuvo una disminución en la calificación de la conducta de salida con respecto a la conducta de entrada en esta Práctica.

### Práctica N° 4: Aplicaciones de Simulación de Montecarlo en Problemas de Inventario.

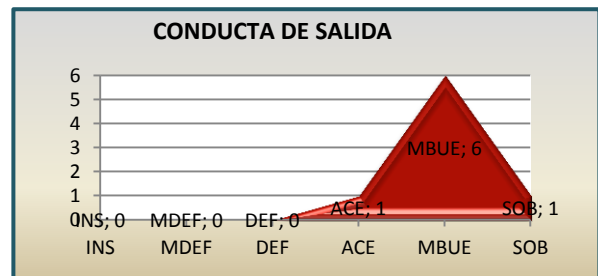
#### Resultados antes de la aplicación de las Prácticas

**Gráfica 20.** Práctica Aplicaciones de la Simulación de Montecarlo en problemas de Inventario: Resultados conducta de entrada.



#### Resultados después de la aplicación de las Prácticas

**Gráfica 21.** Práctica Aplicaciones de la Simulación de Montecarlo en problemas de Inventario: Resultados práctica.



Como se puede apreciar en las gráficas 20 y 21, inicialmente las calificaciones de las respuestas de los estudiantes en promedio, son *aceptables*, pero no están concentradas en un rango del diagrama sino que están distribuidas a lo largo de éste, desde calificaciones *deficientes* a *muy buenas*, en la conducta de salida las calificaciones en promedio son *muy buenas* y al contrario de la conducta de entrada no están dispersas sino que están concentradas en la parte derecha del diagrama, donde se localizan las calificaciones más altas, mostrando así una

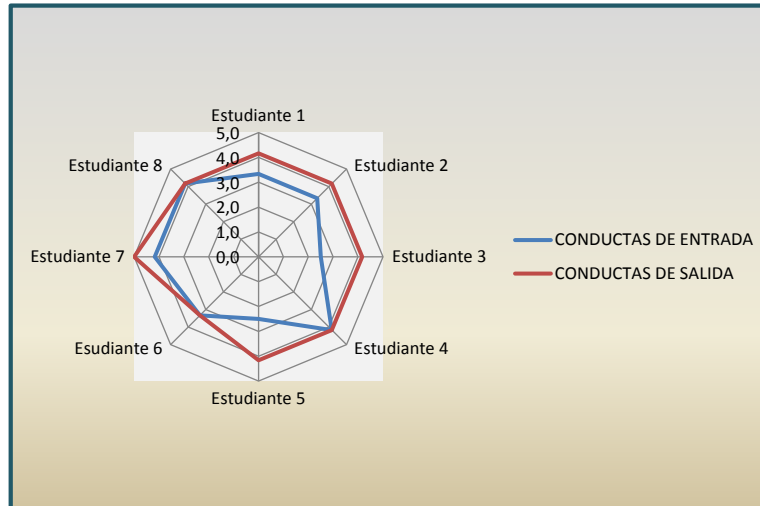


mejora en el desempeño de los estudiantes luego de realizar la Práctica de Laboratorio.

El promedio obtenido en las calificaciones de la conducta de entrada fue de 3.4 y en la conducta de salida 4.2, con desviaciones estándar de 0.70 y 0.45 respectivamente. Lo que quiere decir, que el desarrollo de la Práctica atacó insuficiencias en preguntas que antes se contestaban de forma incorrecta y que luego no. Con base a la desviación estándar, antes de la Práctica se obtuvieron calificaciones más heterogéneas, que después de ésta, dado que la mayoría de los estudiantes (Estudiantes 1, 2, 3 5, y 7) pasaron a responder de forma incorrecta a correcta una o dos preguntas más en la conducta de salida, y los Estudiantes 4, 6 y 8 permanecieron con la misma calificación, respondiendo exactamente igual en la conducta de entrada como en la de salida.

En términos porcentuales el incremento fue de 21.2%. Lo anterior permite apreciar el cambio en los estudiantes, previo a la realización de Práctica, con respecto a los resultados de la conducta de salida. La gráfica 22, muestra las calificaciones obtenidas por cada uno de los estudiantes que conformaron el grupo piloto, de acuerdo al número de preguntas correctas en la conducta de entrada y en la conducta de salida.

**Gráfica 22:** Consolidado de los resultados de la conducta de entrada con la conducta de salida de cada estudiante en la Práctica N° 4: Aplicaciones de Simulación de Montecarlo en Problemas de Inventario.



El éxito de la Práctica se puede evidenciar en que los estudiantes antes de la Práctica, y de acuerdo a los resultados de la conducta de entrada, respondieron de forma incorrecta con mayor frecuencia las preguntas 1, 3 y 5, las cuales se refieren identificación de eventos en Simulación de modelos de inventarios, variable que se propondría modificar para lograr una disminución de costos, y utilizar la herramienta simulación como herramienta alternativa, ante los modelos tradicionales propuestos por la teoría de inventarios, temas que se encuentran en la Práctica de Laboratorio en las preguntas 2, 3 y 5, que luego ayudan a que estos estudiantes respondan de forma correcta las preguntas, lo que produce la mejora en el cumplimiento de los objetivos de la Práctica.

El desempeño inicial promedio de los estudiantes fue *aceptable*, equivalencia cualitativa correspondiente para una calificación de 3.4. Tres estudiantes (Estudiantes 1, 2 y 6), respondieron correctamente cuatro de las seis preguntas planteadas en la evaluación de las competencias específicas de la Unidad 4: Aplicación de la Simulación de Montecarlo en problemas e inventarios.

Estudiantes 4, 7 y 8, obtuvieron un *muy buen* desempeño en la realización de la conducta de entrada, respondieron correctamente cinco preguntas de las seis planteadas. Los Estudiantes 3 y 5 mostraron un desempeño *deficiente* en la evaluación.

La tabla con las calificaciones detalladas para esta conducta de entrada, se puede apreciar en el Anexo 7. Resultado de la Conducta de Entrada y Salida de la Práctica N° 4: Aplicación de la Simulación de Montecarlo a problemas de Inventario

Para la conducta de salida, el desempeño promedio de las calificaciones de los estudiantes fue *muy bueno*. Cabe destacar que para esta Práctica la mayoría de los estudiantes (Estudiantes 1, 2, 3, 4, 5 y 8), obtuvieron un *muy buen* desempeño en los resultados de la conducta de salida, respondieron correctamente, cinco preguntas de las seis planteadas. De este grupo con calificación de *muy bueno*, los Estudiantes 1 y 2, pasaron de *aceptable* a *muy bueno*, el Estudiante 3 pasó de *deficiente* a *muy bueno*, y los Estudiantes 4 y 8 obtuvieron un resultado *muy bueno*, tanto en la conducta de entrada con en la de salida.

La tabla con las calificaciones detalladas para la conducta de salida de ésta Práctica de Laboratorio, se puede apreciar en el Anexo 7. Resultado de la Conducta de Entrada y Salida de la Práctica N° 4: Aplicación de la Simulación de Montecarlo a problemas de Inventario.

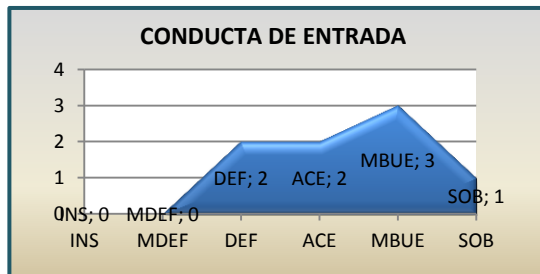
De acuerdo a estos resultados la mayoría de los estudiantes exceptuando uno, tuvieron una mejora en su calificación, respondiendo de forma correcta pregunta(s) que en la conducta de entrada no lo estaban, mediante el desarrollo de la Práctica, el único estudiante que no perteneció a este grupo, permaneció

igual en su calificación para la conducta de entrada y de salida, con resultados *aceptables*.

## PRÁCTICA N°5: GENERACIÓN DE NÚMEROS PSEUDOALEATORIOS

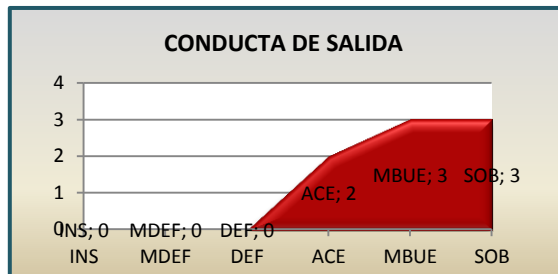
### Resultados antes de la aplicación de las Prácticas

**Gráfica 23.** Práctica generación de números pseudoaleatorios: Conducta de entrada



### Resultados después de la aplicación de las Prácticas

**Gráfica 24.** Práctica generación de números pseudoaleatorios: Conducta de entrada

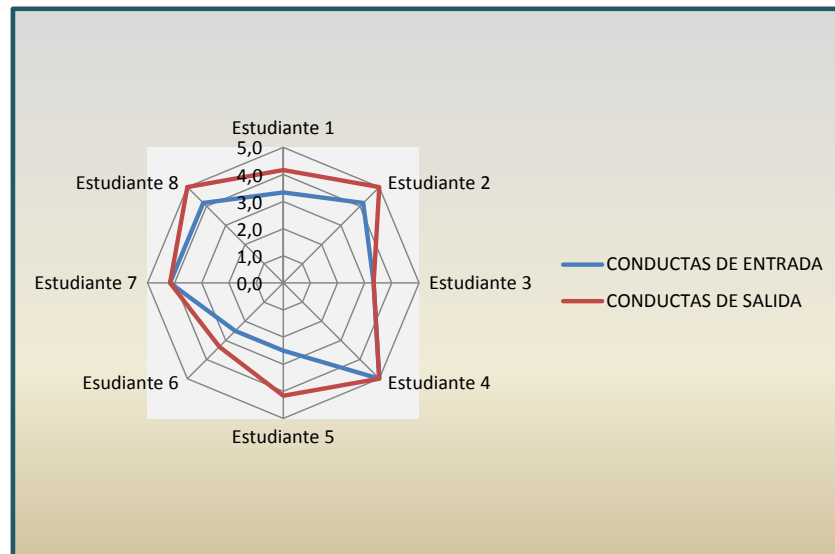


Se puede apreciar un cambio de las conductas de salida de la gráfica 24, con respecto a las conductas de entrada de la gráfica 23, y es que las calificaciones de las respuestas de los estudiantes en la conducta de entrada, son en promedio *aceptables*, y no están concentradas en una parte específica del diagrama, sino que están dispersas desde las calificaciones bajas como *deficiente*, hasta el punto extremo derecho. Posteriormente, en la conducta de salida; pasan a un desempeño *muy bueno*, con las calificaciones distribuidas en la parte derecha del diagrama, dónde están las calificaciones más altas.

Porcentualmente el incremento fue de 17.1%. Lo que permite apreciar un cambio con respecto a los estudiantes, previo a la realización de Práctica, con respecto a los resultados de la conducta de salida. La gráfica 25, muestra las calificaciones obtenidas por cada uno de los estudiantes que hicieron parte del grupo piloto, de

acuerdo al número de preguntas correctas en la conducta de entrada y en la conducta de salida

**Gráfica 25:** Consolidado de los resultados de la conducta de entrada con la conducta de salida de cada estudiante en la Práctica N°5: Generación De Números Pseudoaleatorios.



El promedio obtenido en las calificaciones de la conducta de entrada fue de: 3.7 y en la conducta de salida: 4.3, con desviaciones estándar de: 0.88 y 0.70 respectivamente. Lo que quiere decir, que el desarrollo de la Práctica atacó puntos débiles en preguntas que antes se contestaban de forma incorrecta y que luego no. De acuerdo a los resultados de la desviación estándar, antes de la Práctica se obtuvieron calificaciones más alejadas del promedio que después de ésta, dado que los estudiantes 1, 2, 5, 6 y 8 respondieron inicialmente de forma incorrecta y luego de forma correcta una o dos preguntas más en la conducta de salida, acercándose así a la media de los resultados de la conducta de salida. Los Estudiantes 3 y 7 permanecieron con la misma calificación en la conducta de entrada y en la de salida.

La meta de la Práctica se cumplió, pues se puede observar que los estudiantes antes de la Práctica, y de acuerdo a las calificaciones de la conducta de entrada, de forma mayoritaria respondieron incorrectamente las preguntas 2 y 3, que se refieren al periodo de vida de una secuencia de números pseudoaleatorios generada, y a criterios estadísticos que deben cumplir los generadores de números pseudoaleatorios, respectivamente, temas que se tocan en las preguntas 1, 2 y 5 de la Práctica de Laboratorio, lo que favorece que estos estudiantes respondan de forma correcta la pregunta en la conducta de salida, produciendo así, una mejora en los objetivos de la Práctica.

La calificación inicial fue de 3.7, quedando así un desempeño *aceptable* para los resultados de la conducta de entrada. En esta Práctica se resalta que el Estudiante 4, responde correctamente todas las preguntas, obteniendo así un desempeño *sobresaliente*.

En tres de los estudiantes (Estudiantes 2, 7, y 8), se puede apreciar un *muy buen* desempeño en la realización de la conducta de entrada. Respondieron correctamente, cinco preguntas de las seis planteadas. Los Estudiantes 1 y 3, obtuvieron un desempeño *aceptable* en la evaluación. Y, los Estudiantes 5 y 6, tuvieron un resultado *deficiente* en la conducta de entrada.

La tabla con las calificaciones detalladas para esta conducta de entrada, se puede apreciar en el Anexo 8. Resultado de la Conducta de entrada y Salida de la Práctica N° 5: Generación de Números Pseudoaleatorios Discretos.

En cuánto a los resultados de la conducta de salida, éste fue *muy bueno*, porque se obtuvo una calificación promedio de 4.3. Tres estudiantes (Estudiantes 1, 5, y 7) respondieron correctamente cinco preguntas del total de preguntas presentes en la conducta de salida. En este grupo de estudiantes, el Estudiante 1, pasó de *aceptable* a *muy bueno*, el Estudiante 5 pasó de *deficiente* a *muy bueno*, siendo

entonces el estudiante que mejoró más su desempeño en la conducta de salida con respecto a la conducta de entrada. Y, el Estudiante 7 obtuvo resultados iguales para la conducta de entrada y para la de salida.

Dos estudiantes: Estudiantes 3 y 6, obtuvieron un desempeño *aceptable* de acuerdo a los resultados de la conducta de salida. Respondieron correctamente, tres preguntas de las seis diseñadas. El Estudiante 6 pasó de *deficiente* a *aceptable*, y el Estudiante 3, mostró igual resultado como en la conducta de entrada para su desempeño.

Se resalta que en esta Práctica tres Estudiantes (Estudiantes 2, 4 y 8) obtuvieron un desempeño *sobresaliente*. Los Estudiantes 2 y 8 pasaron de *muy bueno* a *sobresaliente*, mientras que el Estudiante 4 permaneció con el mismo resultado en la conducta de entrada y salida.

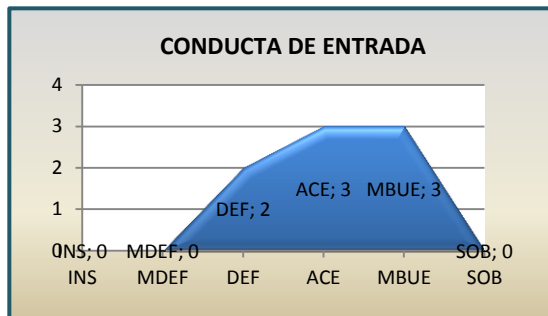
La tabla con las calificaciones detalladas para la conducta de salida de ésta Práctica de Laboratorio, se puede apreciar en el Anexo 8. Resultado de la Conducta de entrada y Salida de la Práctica N° 5: Generación de Números Pseudoaleatorios Discretos.

De acuerdo a estos resultados cinco de los estudiantes tuvieron una mejora en su calificación, porque el desarrollo de la Práctica de Laboratorio, les permitió responder de forma correcta pregunta(s) que en la conducta de entrada respondieron incorrectamente. Los otros estudiantes permanecieron con igual calificación en la conducta de entrada y en la de salida, con resultados positivos.

## PRÁCTICA N°6: PRUEBAS ESTADÍSTICAS DE NÚMEROS PSEUDOALEATORIOS

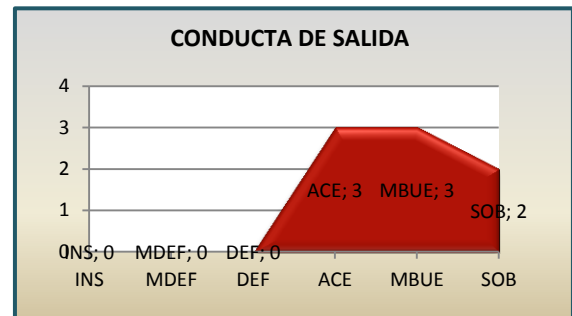
### Resultados antes de la aplicación de las Prácticas

**Gráfica 26.** Práctica prueba estadística de números Pseudoaleatorios: Conducta de entrada



### Resultados después de la aplicación de las Prácticas

**Gráfica 27.** Práctica prueba estadística de números pseudoaleatorios: Conducta de salida



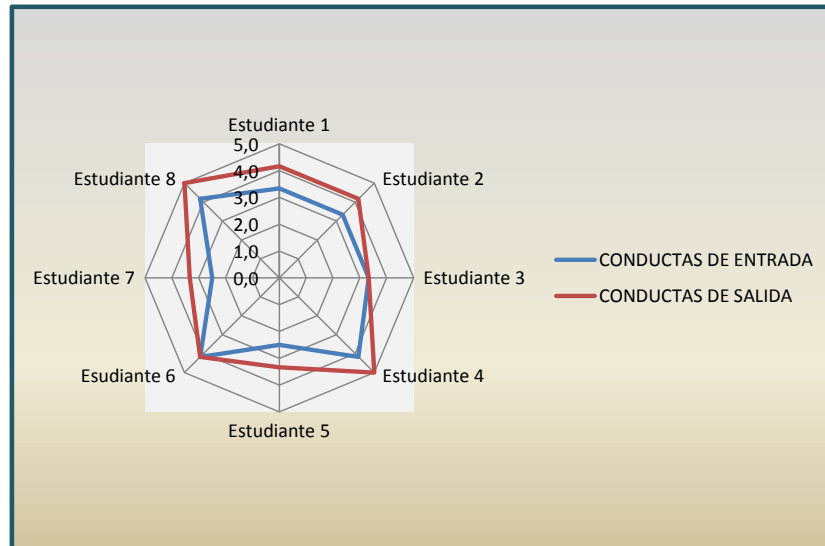
Si bien se puede apreciar un cambio de las conductas de salida en la gráfica 27, con respecto a las conductas de entrada en la gráfica 26, y es que las calificaciones de las respuestas de los estudiantes en la conducta de entrada, son *aceptables*, y no están concentradas específicamente en ese rango, sino que están dispersas y van desde calificaciones bajas, como *deficiente* hasta calificaciones altas pero sin llegar al máximo. Luego, en la conducta de salida; pasan a un desempeño *muy bueno*, y las calificaciones se distribuyen en la parte derecha del diagrama, que es dónde están las calificaciones más altas.

Porcentualmente el incremento fue de 18.2%. Lo que permite apreciar un cambio en los estudiantes, previo a la realización de Práctica, con respecto a los resultados de la conducta de salida. La gráfica 28, muestra las calificaciones obtenidas por cada uno de los estudiantes que hicieron parte del grupo piloto, de



acuerdo al número de preguntas correctas en la conducta de entrada y en la conducta de salida.

**Gráfica 28:** Consolidado de los resultados de la conducta de entrada con la conducta de salida de cada estudiante en la Práctica N°6: Pruebas Estadísticas de Números Pseudoaleatorios.



El promedio obtenido en las calificaciones de la conducta de entrada fue de: 3.4 y en la conducta de salida: 4.1, con desviación estándar de 0.70 para ambas. Lo que quiere decir, que el desarrollo de la Práctica atacó puntos débiles en preguntas que antes se contestaban de forma incorrecta y que luego no, dado que los estudiantes 1, 2, 4, 5, 7 y 8 pasaron a responder de forma incorrecta a correcta una o dos preguntas más en la conducta de salida, los Estudiantes 3 y 6 permanecieron con la misma calificación para la conducta de entrada y para la de salida. De acuerdo a los resultados de la desviación estándar, antes y después de la Práctica los resultados de las calificaciones estuvieron 0.7 unidades alejadas del promedio, lo que quiere decir que se observó mejoría en el desempeño de los estudiantes, de forma proporcional para la conducta de entrada y salida.

La meta de la Práctica se cumplió, pues se puede observar que los estudiantes antes de la Práctica, y de acuerdo a las calificaciones de la conducta de entrada,

mayoritariamente respondieron incorrectamente las preguntas 1 y 2, cuyos ejes temáticos son aplicación de la Prueba de varianza y la Prueba de independencia en números pseudoaleatorios respectivamente, pruebas que se deben aplicar en las preguntas 1, 4 de la Práctica de Laboratorio, lo que permite que estos estudiantes respondan de forma correcta la pregunta en la conducta de salida, lo que quiere una mejora en los objetivos de la Práctica.

La calificación inicial fue de 3.4, quedando así un desempeño *aceptable* para los resultados de la conducta de entrada. En tres de los estudiantes (Estudiantes 4, 6, y 8), se puede apreciar un *muy buen* desempeño en la conducta de entrada. Respondieron correctamente cinco preguntas de las seis planteadas. Los Estudiante 1, 2 y 3, obtuvieron un desempeño *aceptable* en la evaluación, y los Estudiantes 5 y 7 un resultado *deficiente* en la conducta de entrada.

La tabla con las calificaciones detalladas para esta conducta de entrada, se puede apreciar en el Anexo 9. Resultado de la Conducta de entrada y Salida de la Práctica N° 6: Pruebas Estadísticas de Números Pseudoaleatorios Discretos.

En cuánto a los resultados de la conducta de salida, éste fue *muy bueno*, con una calificación promedio de 4.1. Los Estudiantes 1, 2 y 6 respondieron correctamente cinco preguntas del total de preguntas presentes en la conducta de salida. En este grupo de estudiantes, los Estudiante 1 y 2, pasaron de *aceptable* a *muy bueno*, mientras que el Estudiante 7 pasó de *deficiente* a *muy bueno*, y el Estudiantes 6 permaneció con resultados iguales para la conducta de entrada y para la de salida.

Los Estudiantes 3, 5 y 7, obtuvieron un desempeño *aceptable* de acuerdo a los resultados de la conducta de salida. Respondieron correctamente, tres preguntas de las seis planteadas. De este conjunto de estudiantes, los Estudiantes 5 y 7,

pasaron de *deficiente* a *aceptable*, y el Estudiante 3 fue permaneció con igual desempeño al de la conducta de entrada.

Los Estudiantes 4 y 8, fueron los que obtuvieron un desempeño *sobresaliente* en la conducta de salida, y los resultados de ambos en la conducta de entrada fueron *muy buenos*.

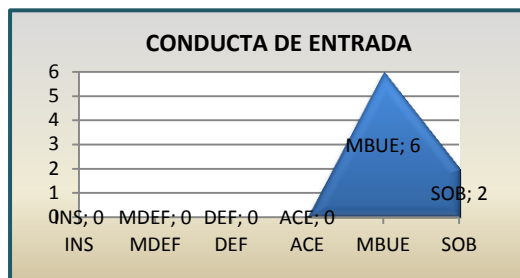
La tabla con las calificaciones detalladas para la conducta de salida de ésta Práctica de Laboratorio, se puede apreciar en el Anexo 9. Resultado de la Conducta de entrada y Salida de la Práctica N° 6: Pruebas Estadísticas de Números Pseudoaleatorios Discretos

De acuerdo a estos resultados seis estudiantes tuvieron una mejora en su calificación, porque el desarrollo de la Práctica de Laboratorio, favoreció para responder de forma correctamente pregunta(s) que en la conducta de entrada no lo estaban, y los otros permanecieron con igual resultado para la conducta de entrada y en la de salida, con resultados positivos.

## PRÁCTICA N°7: UTILIZACIÓN DE SOFTWARE ESPECIALIZADO DE SIMULACIÓN

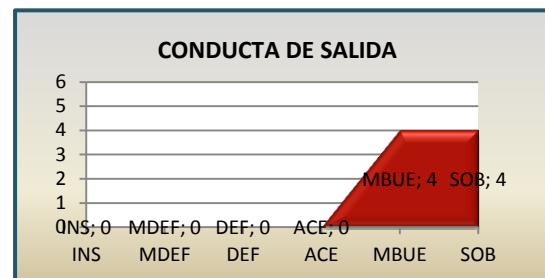
### Resultados antes de la aplicación de las Prácticas

**Gráfica 29.** Utilización de software especializado de Simulación: Conducta de entrada.



### Resultados después de la aplicación de las Prácticas

**Gráfica 30.** Utilización de software especializado de Simulación: Conducta de Salida



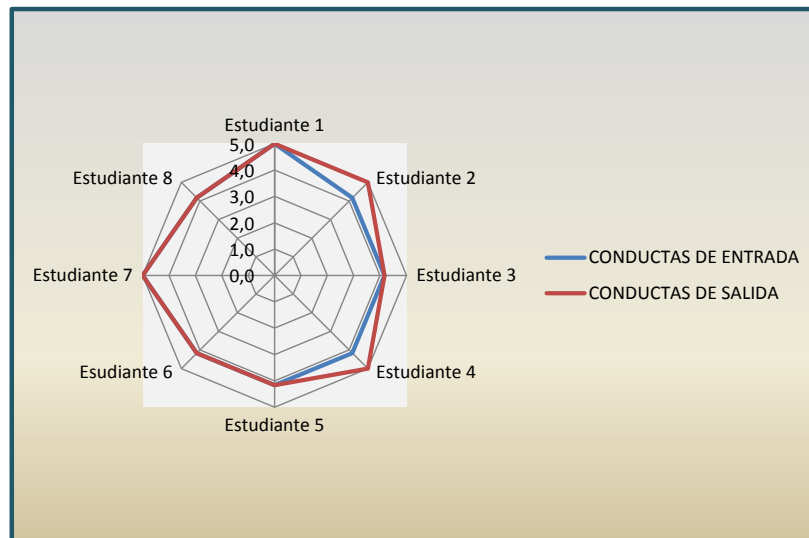
Aun cuando las calificaciones están dispersas a la derecha del diagrama, donde están los más altos desempeños, tanto para la conducta de entrada en la gráfica 29 como la de salida en la gráfica 30, se puede apreciar un cambio, pues el desempeño promedio en la conducta de entrada es *muy bueno*, y las calificaciones presentan mayor frecuencia en *muy bueno* que en *sobresaliente*, mientras que en la conducta de salida se mantiene un desempeño promedio de *muy bueno*, pero las calificaciones muestran aumento de frecuencia en el rango *sobresaliente*.

Los resultados de la Práctica fueron *muy buenos*, desde la conducta de entrada hasta la de salida, pero de igual forma se evidencia una mejora en el desempeño general de los estudiantes después de la Práctica. En la conducta de entrada las preguntas 1 y 4, 2 estudiantes contestaron las preguntas de forma incorrecta, las cuales se refieren a como insertar texto en el layout para construir un sistema en Promodel® y la opción WAIT del componente Processing, respectivamente,

tópicos presentes en las preguntas 1 y 2 de la Práctica, lo que permite que éstos estudiantes respondan de forma correcta la pregunta en la conducta de salida, consiguiendo una mejora en los objetivos de la Práctica.

Porcentualmente el incremento fue de 4.8%. Lo que permite apreciar un cambio con respecto a los resultados de los estudiantes, previo a la realización de Práctica, con respecto a los resultados en la conducta de salida. La gráfica 31, muestra las calificaciones obtenidas por los estudiantes que conformaron el grupo piloto, de acuerdo a la calificación obtenida por el número de preguntas correctas en la conducta de entrada y en la conducta de salida.

**Gráfica 31:** Consolidado de los resultados de la conducta de entrada con la conducta de salida de cada estudiante en la Práctica N°7: Utilización de Software Especializado de Simulación.



El promedio obtenido en las calificaciones de la conducta de entrada fue de 4.4 y en la conducta de salida: 4.6, con desviaciones estándar de 0.39 y 0.45, respectivamente. Lo que quiere decir, que el desarrollo de la Práctica por parte de los estudiantes, fortaleció puntos débiles en las preguntas que primeramente se contestaban de forma incorrecta y que luego en la conducta de salida no. Teniendo en cuenta los resultados de la desviación estándar, antes de la Práctica se obtuvieron calificaciones menos dispersas que después de ésta, dado que los

estudiantes 2 y 4 pasaron de responder de forma incorrecta a correcta una pregunta más en la conducta de salida, lo que hizo que las calificaciones en la conducta de salida estuvieran un poco más alejadas de la media. El resto de estudiantes permaneció con la misma calificación en la conducta de entrada y en la de salida.

El desempeño promedio para las conductas de entradas fue *muy bueno*, que es la equivalencia cualitativa de 4.4. En los estudiantes 2, 3, 4, 5, 6 y 8 del grupo piloto, se puede apreciar un *muy buen* desempeño en la realización de la conducta de entrada. Respondieron correctamente, cinco preguntas de las seis planteadas, y se destacan los Estudiantes 1 y 7 que tuvieron un resultado *sobresaliente* en la evaluación.

La tabla con las calificaciones detalladas para esta conducta de entrada, se puede apreciar en el Anexo 10. Resultado de la Conducta de Entrada y Salida de la Práctica N° 7: Utilización de Software Especializado de Simulación

El promedio de los resultados de la conducta de salida, fue también *muy bueno*, pero con una calificación promedio de 4.6. Los Estudiantes 3, 5, 6 y 8 respondieron correctamente cinco preguntas del total de preguntas evaluadas en la conducta de salida. Este conjunto de estudiantes permaneció con el mismo resultado en su desempeño para la conducta de entrada como para la de salida.

Los estudiantes 1, 2, 4 y 7, obtuvieron un desempeño *sobresaliente* de acuerdo a sus resultados en la conducta de salida. De este grupo, los Estudiantes 2 y 4 pasaron de *muy bueno* a *sobresaliente*, y los Estudiantes 1 y 7, resaltan en esta Práctica pues mantienen este desempeño desde la conducta de entrada.

La tabla con las calificaciones detalladas para la conducta de salida de ésta Práctica de Laboratorio, se puede apreciar en el Anexo 10. Resultado de la

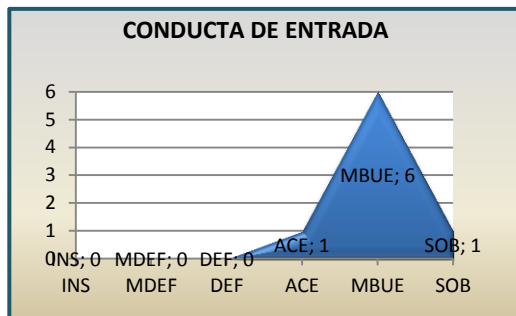
## Conducta de Entrada y Salida de la Práctica N° 7: Utilización de Software Especializado de Simulación

De acuerdo a estos resultados cuatro estudiantes tuvieron un desempeño *sobresaliente* después de la Práctica, dos de ellos con este desempeño mientras que los otros dos si presentaron mejoría, justificada en que el desarrollo de la Práctica de Laboratorio, les permitió responder de forma correcta pregunta(s) que en la conducta de entrada no lo estaban. Los cuatro estudiantes restantes presentaron igual calificación en la conducta de entrada y en la de salida, con resultados *muy buenos*.

### PRÁCTICA N°8: ANÁLISIS DE DATOS DE ENTRADA DEL MODELO DE SIMULACIÓN

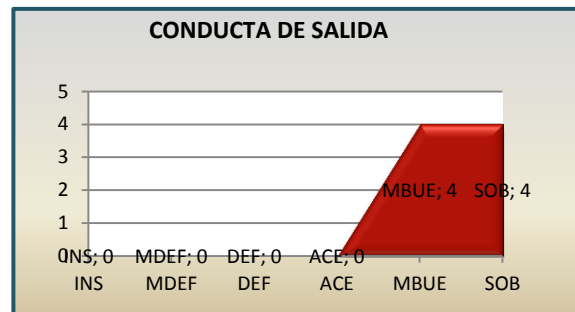
#### Resultados antes de la aplicación de las Prácticas

**Gráfica 32.** Análisis de datos de entrada del modelo de Simulación: Conducta de entrada.



#### Resultados después de la aplicación de las Prácticas

**Gráfica 33.** Utilización de software especializado de Simulación: Conducta de Salida



Como lo muestran las gráficas 32 y 33, las calificaciones están primeramente concentradas en el rango *muy bueno* ubicado a la derecha del diagrama, y luego se puede apreciar un cambio en la conducta de salida, porque aun cuando las

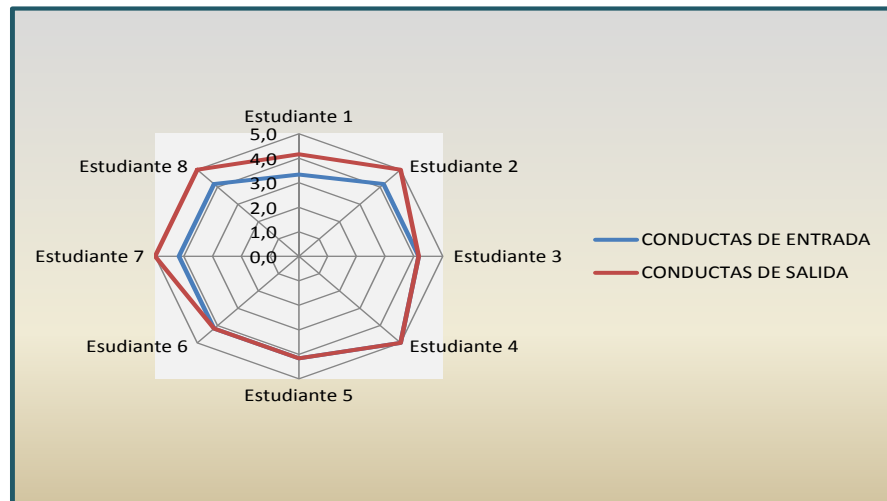
calificaciones son *muy buenas*, no están concentradas en ese rango sino que están dispersas desde ese nivel de desempeño hasta el *sobresaliente* que es la calificación superior.

El resultado general de la Práctica fue *muy bueno*, tanto en la conducta de entrada como en la de salida, asimismo se evidencia una mejora en el desempeño de los estudiantes después de la conducta de salida. En la conducta de entrada las preguntas 2 y 5, cuatro estudiantes contestaron las preguntas incorrectamente, las cuales se refieren a las características de los datos de entrada para ser ingresados al modelo y concluir de acuerdo a los resultados de la prueba de independencia si estos cumplen con este criterio, respectivamente, temas presentes en las preguntas 1 y 3 de la Práctica, favoreciendo que éstos estudiantes respondan de forma correcta la pregunta en la conducta de salida, consiguiendo una mejora en los objetivos de la Práctica.

El incremento fue de 10.0%. Lo que permite apreciar un cambio con respecto a los resultados de los estudiantes, previo a la realización de Práctica, con respecto a los resultados en la conducta de salida. La gráfica 34, muestra las calificaciones obtenidas por los estudiantes que conformaron el grupo piloto, de acuerdo a la calificación obtenida por el número de preguntas correctas en la conducta de entrada y en la conducta de salida.



**Gráfica 34:** Consolidado de los resultados de la conducta de entrada con la conducta de salida de cada estudiante en la Práctica N°8: Análisis de Datos de Entrada Del Modelo de Simulación.



El promedio obtenido en las calificaciones de la conducta de entrada fue de: 4.2 y en la conducta de salida de 4.6, con desviación estándar de 0.45 para ambas. Lo que quiere decir, que el desarrollo de la Práctica atacó puntos débiles en preguntas que antes se contestaban de forma incorrecta y que luego no, dado que los estudiantes 1, 2, 7 y 8 pasaron a responder de forma incorrecta a correcta una pregunta más en la conducta de salida, mientras que los estudiantes 3, 4, 5 y 6 permanecieron con la misma calificación en la conducta de entrada y en la de salida. De acuerdo a los resultados de la desviación estándar, antes y después de la Práctica los resultados de las calificaciones estuvieron 0.45 unidades alejadas del promedio, lo que quiere decir que se observó mejoría de forma proporcional en el desempeño de los estudiantes, tanto para la conducta de entrada y como la de salida.

El desempeño promedio para las conductas de entradas fue *muy bueno*, porque la calificación obtenida fue de 4.2. El Estudiante 1 fue el único con desempeño *aceptable*, los estudiantes 2, 3, 5, 6, 7 y 8, se puede apreciar un *muy buen* desempeño en la realización de la conducta de entrada, respondieron

correctamente cinco preguntas de las seis planteadas, y se destaca el Estudiante 4 que tuvo un resultado *sobresaliente* para esta evaluación.

La tabla con las calificaciones detalladas para esta conducta de entrada, se puede apreciar en el Anexo 11. Resultado de la Conducta de Entrada y Salida de la Práctica N° 8: Análisis de Datos de Entrada del Modelo de Simulación.

El promedio de los resultados de la conducta de salida, fue también *muy bueno*, pero con una calificación promedio de 4.6. Los Estudiantes 1, 3, 5 y 6 respondieron de forma correcta cinco preguntas del total de preguntas evaluadas en la conducta de salida. De este grupo, los Estudiantes 4, 5 y 7 permanecieron con el mismo resultado en su desempeño para la conducta de entrada como para la de salida, mientras que el Estudiante 1 tuvo una mejoría pues su desempeño anterior fue *aceptable*.

Los estudiantes 2, 4, 7 y 8, obtuvieron un desempeño *sobresaliente* de acuerdo a sus resultados en la conducta de salida. De este grupo, los Estudiantes 2, 7 y 8 pasaron de *muy bueno* a *sobresaliente*, y el Estudiante 8, resalta pues mantiene este desempeño desde la conducta de entrada.

La tabla con las calificaciones detalladas para la conducta de salida de ésta Práctica de Laboratorio, se puede apreciar en el Anexo 11. Resultado de la Conducta de Entrada y Salida de la Práctica N° 8: Análisis de Datos de Entrada del Modelo de Simulación

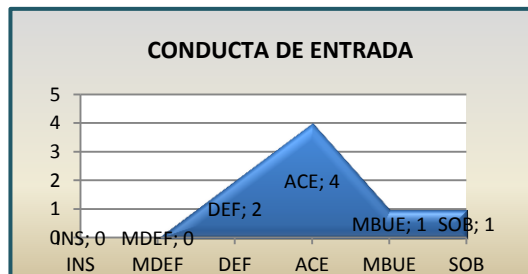
De acuerdo a estos resultados cuatro estudiantes tuvieron un desempeño *sobresaliente* después de la Práctica, uno de ellos con este resultado desde la conducta de entrada, mientras que los otros si presentaron mejoría, justificada en que el desarrollo de la Práctica de Laboratorio les permitió responder de forma

correcta, pregunta(s) que en la conducta de entrada no lo estaban. Los cuatro estudiantes restantes mostraron resultados *muy buenos* en la conducta de salida, de los cuales tres estudiantes permanecieron con este desempeño desde la conducta de entrada, y el otro mejoró, pues en la conducta de entrada estaba en nivel *aceptable*.

## PRÁCTICA N°9: ANÁLISIS DE DATOS DE SALIDA DEL MODELO DE SIMULACIÓN

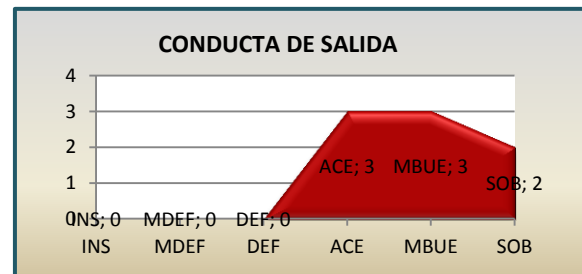
### Resultados antes de la aplicación de las Prácticas

**Gráfica 35.** Análisis de datos de Salida del modelo de Simulación: Conducta de entrada



### Resultados después de la aplicación de las Prácticas

**Gráfica 36.** Análisis de datos de Salida del modelo de Simulación: Conducta de salida.

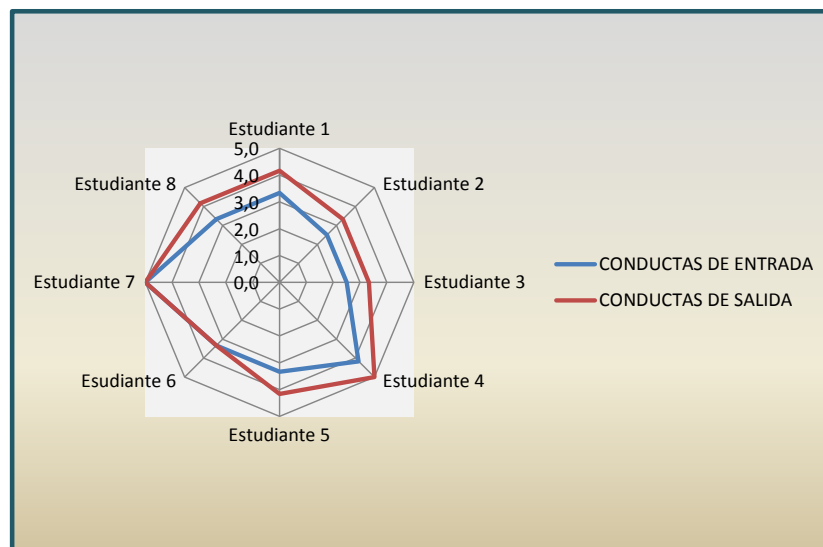


En las gráficas 36 de los resultados de las conductas de salida, se puede apreciar un cambio con respecto a las conductas de entrada en la gráfica 35, dado que la calificación promedio de las respuestas de los estudiantes en la conducta de entrada, fue *aceptable* con las calificaciones desde la parte izquierda del diagrama, incluyendo calificaciones bajas como *deficiente*, y luego en la conducta de salida éstas pasan a la parte derecha del diagrama, conteniendo el punto extremo de las calificaciones más altas.

La meta de la Práctica se cumple, pues se aprecia que los estudiantes antes de la Práctica, y con base en las calificaciones de la conducta de entrada, se observa que la pregunta con mayor frecuencia de respuestas incorrectas es la 1, que se refiere a la validación de los datos de salida con respecto a los resultados que arroja el sistema en la realidad, temáticas tocadas en las preguntas 1 y 4 de la Práctica, permitiendo que éstos estudiantes respondan de forma correcta la pregunta en la conducta de salida, lo que quiere decir una mejora en los objetivos de la Práctica.

Porcentualmente el incremento fue de 18.2%. Lo que permite apreciar un cambio previo a la realización de Práctica, con respecto a los resultados posteriores de la Práctica. La gráfica 37, muestra las calificaciones obtenidas por los estudiantes que conformaron el grupo piloto, de acuerdo a la calificación obtenida por el número de preguntas correctas en la conducta de entrada y en la conducta de salida.

**Gráfica 37:** Consolidado de los resultados de la conducta de entrada con la conducta de salida de cada estudiante en la Práctica N°9: Análisis de Datos de Salida Del Modelo de Simulación.



El desempeño inicial promedio de los estudiantes fue *aceptable*, equivalencia cualitativa correspondiente para una calificación de 3.4. Cuatro estudiantes (Estudiantes 1, 5, 6 y 8), respondieron correctamente cuatro de las seis preguntas planteadas en la evaluación de las competencias específicas de la Unidad 9: Análisis de Datos de Salida Del Modelo de Simulación.

Los Estudiantes 4 y 7, obtuvieron un *muy buen y sobresaliente* desempeño, respectivamente, en la realización de la conducta de entrada, y los Estudiantes 2 y 3 mostraron un desempeño *deficiente* en la evaluación.

La tabla con las calificaciones detalladas para esta conducta de entrada, se puede apreciar en el Anexo 12. Resultado de la Conducta de Entrada y Salida de la Práctica N° 9: Análisis de Datos de Salida del Modelo de Simulación.

Para la conducta de salida, el desempeño promedio de las calificaciones de los estudiantes fue *muy bueno*. Tres estudiantes (Estudiantes 2, 3, y 6), acertaron en cuatro respuestas correctas, de las seis preguntas de la conducta de salida. De este grupo de estudiantes, los Estudiante 2 y 3, pasaron de *deficiente a aceptable*, mientras que el Estudiante 6 mantuvo un resultado *aceptable*, en la conducta de entrada y de salida.

Para esta Práctica los estudiantes 1, 5 y 8 que obtuvieron un *muy buen* desempeño en los resultados de la conducta de salida, el resultado de los tres en la conducta de entrada fue *aceptable*.

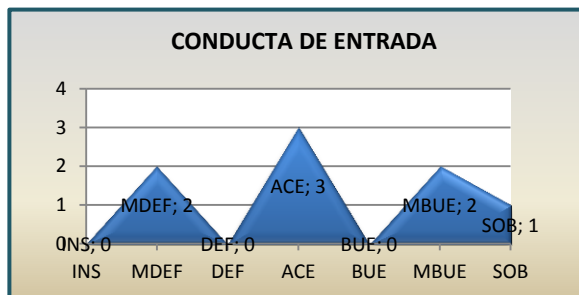
La tabla con las calificaciones detalladas para la conducta de salida de ésta Práctica de Laboratorio, se puede apreciar en el Anexo 12. Resultado de la Conducta de Entrada y Salida de la Práctica N° 9: Análisis de Datos de Salida del Modelo de Simulación.

De acuerdo a estos resultados seis estudiantes tuvieron una mejora en su calificación, porque respondieron de forma correcta pregunta(s) que en la conducta de entrada no lo estaban, mediante el desarrollo de la Práctica, los otros dos estudiantes mantuvieron su desempeño en la entrada y la salida.

## PRÁCTICA N°10: DISEÑO Y EVALUACIÓN DE SOLUCIONES DE INGENIERÍA A TRAVÉS DE SIMULACIÓN

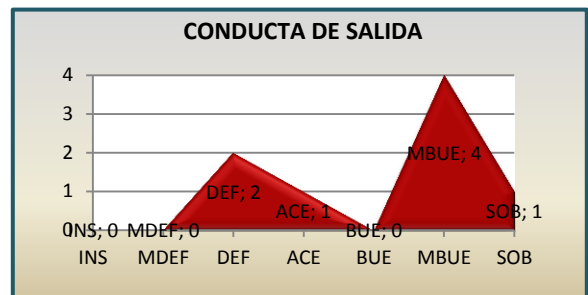
### Resultados antes de la aplicación de las Prácticas

**Gráfica 38.** Diseño y evaluaciones de ingeniería a través de Simulación: Conducta de entrada.



### Resultados después de la aplicación de las Prácticas

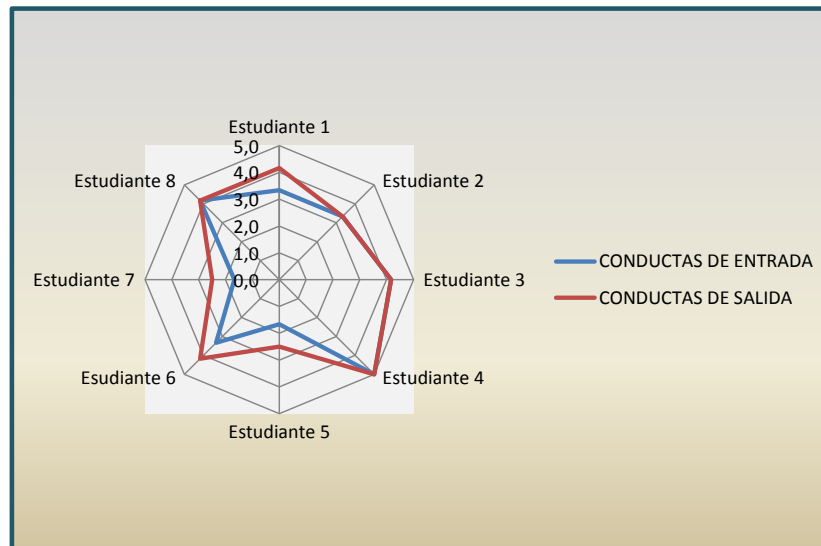
**Gráfica 39.** Diseño y evaluaciones de ingeniería a través de Simulación: Conducta de salida.



Si bien en esta Práctica se aprecia en las gráficas 38 y 39 que en la entrada y la salida hay calificaciones bajas, y que ambas presentan en promedio un resultado *aceptable*, existe variación en la conducta de salida, con respecto a la conducta de entrada, y es que las respuestas de los estudiantes en la conducta de entrada, están desde *muy deficiente* que es la segunda calificación más baja, se presenta la mayor frecuencia en *aceptable* y hay calificaciones altas, incluyendo la calificación máxima. Y en la conducta de salida las calificaciones están desde *deficiente*, *aceptable* con menor frecuencia, y un aumento de esta en las calificaciones más altas.

Porcentualmente el incremento fue de 12.5%. Lo que permite apreciar un cambio en los estudiantes, previo a la realización de Práctica, con respecto a los resultados de la conducta de salida. La gráfica 40, muestra las calificaciones obtenidas por cada uno de los estudiantes que hicieron parte del grupo piloto, de acuerdo al número de preguntas correctas en la conducta de entrada y en la conducta de salida.

**Gráfica 40:** Consolidado de los resultados de la conducta de entrada con la conducta de salida de cada estudiante en la Práctica N°10: Diseño y Evaluación de Soluciones de Ingeniería a Través De Simulación



El promedio obtenido en las calificaciones de la conducta de entrada fue de: 3.3 y en la conducta de salida de 3.8, con desviación estándar de 1.18 y 0.89 respectivamente. Esto quiere decir, que el desarrollo de la Práctica atacó puntos débiles en preguntas que antes se contestaban de forma incorrecta y que luego no. De acuerdo a los resultados de la desviación estándar, antes de la Práctica se obtuvieron calificaciones más dispersas que después de ésta, dado que los estudiantes 1, 5, 6 y 7 pasaron a responder de forma incorrecta a correcta una pregunta más en la conducta de salida, acercándose así al promedio de calificación en la conducta de salida. Tres estudiantes (Estudiantes 3, 4 y 8)

permanecieron con la misma calificación para la conducta de entrada y para la de salida.

En general la meta de la Práctica se cumplió, pues se puede observar que los estudiantes antes de la Práctica, y de acuerdo a las calificaciones de la conducta de entrada, mayoritariamente respondieron incorrectamente las preguntas 2 y 4, que en general tratan de que variables modificar dado un sistema, pruebas que se deben aplicar en las preguntas 1 y 2 de la Práctica de Laboratorio, lo que permite que estos estudiantes respondan de forma correcta la pregunta en la conducta de salida, lo que quiere una mejora en los objetivos de la Práctica.

La calificación inicial fue de 3.3, quedando así un desempeño *aceptable* para los resultados de la conducta de entrada. En los estudiantes 3 y 8 se puede apreciar un *muy buen* desempeño en la conducta de entrada. Respondieron correctamente, cinco preguntas de las seis planteadas. Los Estudiante 1, 2 y 6, obtuvieron un desempeño *aceptable* en la evaluación, los Estudiantes 5 y 7 un resultado *muydeficiente* en la conducta de entrada, y se destacan el Estudiante 4 con una calificación *sobresaliente*.

La tabla con las calificaciones detalladas para esta conducta de entrada, se puede apreciar en el Anexo 13. Resultado de la Conducta de Entrada y Salida de la Práctica N° 10: Diseño y Evaluación de Soluciones de Ingeniería a través de Simulación

En cuánto a los resultados de la conducta de salida, éste de igual forma *aceptable*, con una calificación promedio de 3.8. Los Estudiantes 1, 3, 6 y 8 respondieron correctamente cinc preguntas del total de preguntas presentes en la conducta de salida. En este grupo de estudiantes, los Estudiante 1 y 6, pasaron de



*aceptable a muy bueno*, y los estudiantes mantuvieron igual calificación que en la conducta de entrada y para la de salida.

El estudiante 2 obtuvo un desempeño *aceptable* de acuerdo a los resultados de la conducta de salida. Respondieron correctamente, tres preguntas de las seis planteadas. Los Estudiantes 5 y 7 tuvieron un desempeño *deficiente* en la conducta de entrada y *muy deficiente* en la conducta de entrada.

El estudiantes 4 obtuvo un desempeño *sobresaliente* en la conducta de salida, al igual que en la conducta de entrada.

La tabla con las calificaciones detalladas para la conducta de salida de ésta Práctica de Laboratorio, se puede apreciar en el Anexo 13. Resultado de la Conducta de Entrada y Salida de la Práctica N° 10: Diseño y Evaluación de Soluciones de Ingeniería a través de Simulación

De acuerdo a estos resultados cuatro estudiantes tuvieron una mejora en su calificación, porque el desarrollo de la Práctica de Laboratorio, favoreció para responder de forma correctamente pregunta(s) que en la conducta de entrada no lo estaban, y los otros permanecieron con igual resultado para la conducta de entrada y en la de salida, con resultados positivos.

## **16. ANÁLISIS GENERAL DE LOS RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LAS PRÁCTICAS**

Con la instauración de las anteriores Prácticas de Laboratorio en el curso de Simulación, se hace necesario continuar midiendo y retroalimentando éste material, para contribuir al mejoramiento del mismo; dado que las Prácticas diseñadas, se probaron con resultados favorables para un grupo piloto, pero es necesario continuar evaluando resultados en cursos de Simulación en diferentes periodos académicos, y continuar así a un proceso de validación estadística de este proyecto, el cual puede preceder otros que busquen perfeccionarlo y solidificarlo.

Una vez realizadas las diez Prácticas de Laboratorio con sus respectivas conductas de entradas y salidas que fueron diseñadas para el curso de Simulación de la Universidad Tecnológica de Bolívar, y analizados los resultados obtenidos de la aplicación de estas de forma individual, se puede observar que los estudiantes luego de desarrollar la Práctica de Laboratorio correspondiente a alguna unidad del curso, se demuestra en todas las Prácticas que hubo algún progreso, luego de la aplicación de éstas, al contrastar resultados de la conducta de entrada con la conducta de salida.

El gráfico 34 consolida los resultados obtenidos en las conductas de entradas y de salidas de las diez Prácticas de Laboratorio evaluadas, y se pueden apreciar calificaciones de desempeño más altas en la conducta de salida que en la de entrada, lo que quiere decir que hubo mejoría antes de la aplicación de la Práctica y después de la aplicación de ésta.

La variación porcentual del promedio de todas las conductas de entrada con respecto a las conductas de salida fue de 13.8%, con un promedio general de 3.6 para las diez conductas de entrada y 4.1 para las diez conductas de salida, siendo las equivalencias cualitativas de *aceptable* y *muy bueno*, respectivamente.

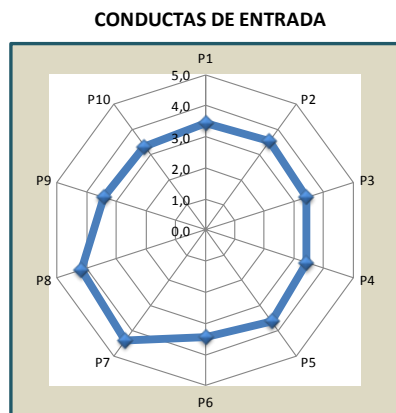
Las unidades en que los estudiantes mostraron el mayor desempeño, antes y después de realizar la Práctica, porque las conductas de entrada y de salida estuvieron encima de la media fueron la 7 y 8, unidades que corresponden a Utilización de software especializado de simulación y análisis de datos de entrada del modelo de simulación, respectivamente. Posiblemente mostraron estos resultados, porque son unidades que manejan generalidades en la utilización de un software específico, y no tienen que ahondar en análisis de resultados para llegar a una conclusión estadística, como es el caso del uso del Stat:Fit en la Práctica 8. De igual forma está para trabajo futuro, seguir evaluando y mejorando las preguntas de las Prácticas, empleando herramientas estadísticas válidas que permitan mostrar, la relación causa-efecto en los resultados de las Prácticas.

La Práctica que mostró mayor variación porcentual fue la 4, que es aplicaciones de Simulación de Montecarlo en Problemas de Inventario con un 21.2%. Lo que quiere decir, que posiblemente, esta Práctica sea las que más ayude a que los estudiantes afiancen sus conocimientos teóricos, conclusión de acuerdo a los resultados del grupo Piloto al cual se les aplicó las Pruebas, sin embargo, está para una segunda fase, validar estadísticamente los resultados obtenidos por los estudiantes con la aplicación de las Prácticas.

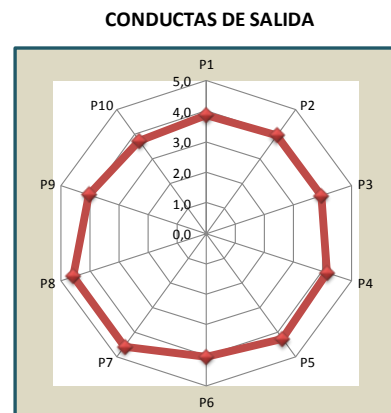
En general se aprecia una mejora en el desempeño después que los estudiantes desarrollan la Práctica. Estos resultados fueron los obtenidos del grupo piloto, se espera que cuando ya se apliquen en el curso de Simulación se obtenga, de igual forma, una mejora en el desempeño de los estudiantes.

Este proyecto no se concibe como un punto final de la investigación, sino que por el contrario se convierte en un punto de partida, pues solo constituye el diseño de Prácticas de Laboratorio para el curso de Simulación, por tal motivo es necesario continuar con la medición de los resultados del mismo, cuando ya se apliquen en los cursos de simulación, para garantizar si las Prácticas efectivamente permiten el desarrollo de competencias, de los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Bolívar, con validez estadística.

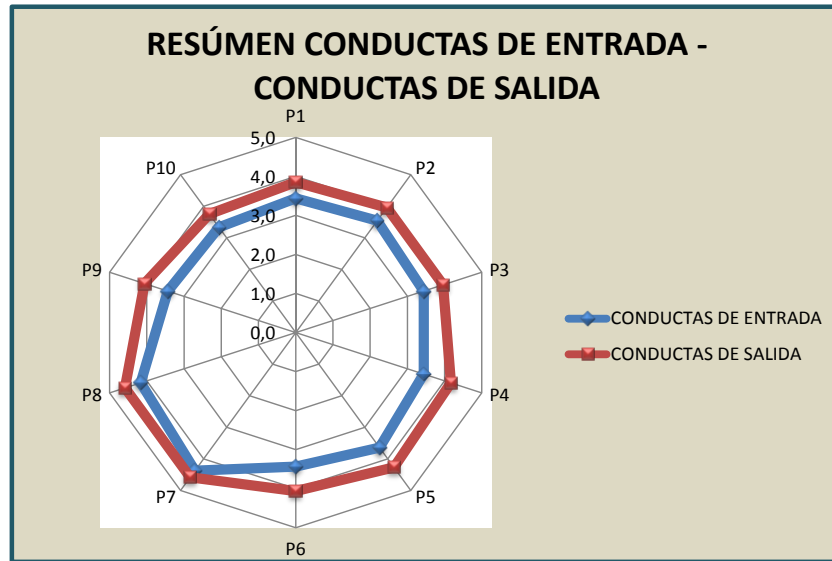
**Gráfica 41.** Consolidado de los resultados de las conductas de entrada todas Práctica.



**Gráfica 42.** Consolidado de los resultados de las conductas de salida todas Práctica.



**Gráfica 43.** Consolidado de los resultados de las conductas de entrada con las conductas de salida de cada Práctica.



## 17. CONCLUSIONES

El sistema de Prácticas de laboratorio para el curso de Simulación que fue diseñado contiene las competencias, las actividades, los contenidos, las tareas que son necesarias para articular de manera coherente la teoría de simulación con la práctica en el campo profesional.

El Plan del curso de Simulación tiene definidas las competencias correspondientes a cada una de las unidades las cuales a su vez son incluidas dentro del manual de Prácticas de Laboratorios.

Las prácticas de Laboratorio que corresponden al curso de simulación no solo preparan para el ejercicio profesional como Ingeniero Industrial si no que se constituyen en un ejercicio preparatorio para garantizar el éxito en las pruebas Saber Pro porque contiene todos los elementos que se evalúan en dichas pruebas.

La propuesta del programa de curso de simulación y el Manual de prácticas que se entregan se considera que entran una vez que comiencen aplicarse en una etapa de prueba y ajuste por que por razones de tiempo y de logística la población con la que se trabajó el proyecto fue reducida y no garantiza la validez de toda la propuesta.

El diseño del programa y el modulo deben ser evaluados por lo menos durante dos semestres antes de diseñar la versión final, con el fin de que sean validados e incorporados al diseño curricular del programa.

A través del trabajo realizado se pone en evidencia la importancia que tiene el enfoque pedagógico propuesto por la Universidad Tecnológica de Bolívar cuando expresa la Intención de formar integralmente a un profesional desarrollando en el competencia para saber conocer, saber hacer, saber ser y saber convivir, enfoque que solo puede ser hecho realidad a través de la formación por competencias.



## 18. BIBLIOGRAFÍA

- UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR. Proyecto Educativo Institucional.
- UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR, Programa analítico del curso de Simulación.
- GIRALDO, Gloria. URREGO, Germán. Problem-Based Construction of Engineering Curricula for Multidisciplinary and Concurrent Engineering Practice. Universidad Nacional de Colombia. Universidad de Antioquia.
- GIRALDO, Gloria. URREGO, Germán. Competences Supported on Thematic Contents for Evaluation of Curricula Aiming to Concurrent Engineering. Universidad Nacional de Colombia. Universidad de Antioquia.
- POSADA, Rodolfo. Diseño curricular fundamentado en competencias.
- Cañedo, Carlos, Fundamentos Teóricos para la Implementación de la Didáctica en el Proceso de Enseñanza – Aprendizaje. Universidad de Cienfuegos.
- Ruiz, Carlos, Pruebas de Rendimiento Académico. Programa Interinstitucional Doctorado en Educación Universidad UPEL de Venezuela.
- Grupo Operativo de Universidades Chilena CINDA, Diseño Curricular Basado en Competencias y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior -- MiniEducación Chile- Dic. 2008.
- División De Investigación Y Desarrollo Técnico Pedagógico. Manual para diseñar estructuras curriculares y módulos de formación para el desarrollo de competencias en la formación integral profesional. Sena, 2002.
- Fundación Chile. Centro de Innovación de Competencias. Chile 2006.



# ANEXOS

# Anexo 1. Matriz Contraste de las Competencias de los Unidades del Plan de Curso de Simulación con los Contenidos de cada Unidad

		COMPETENCIAS																				
		Transversales				Cognitivas				Específicas				Actitudinales								
<b>MÓDULO 1: Generalidades</b>	Definición	4	5	5	4	4	1	2	1	3	4	4	5	3	3	3	4	5	5	4	4	
	¿Por Qué Simular?	4	4	4	4	4	5	1	2	2	3	4	4	5	3	4	4	5	5	5	4	5
	Tipos De Simulación	4	5	5	4	5	4	3	2	1	4	5	4	4	4	3	4	3	4	5	5	5
	Ventajas Y Desventajas	5	4	4	4	4	3	1	2	4	5	5	1	5	4	3	4	3	4	5	5	4
	Aplicaciones De La Simulación	5	4	5	4	5	2	1	3	3	3	5	1	5	4	4	3	4	3	4	5	4
	Reseña Histórica	5	4	4	4	4	1	1	3	1	4	4	2	4	4	4	3	3	5	5	5	4
	Definición de Sistema	4	4	4	4	5	4	1	3	1	3	3	4	1	2	4	4	4	3	5	5	4
	Componentes de un Sistema	5	5	4	4	5	1	4	2	3	3	3	2	4	2	3	4	4	3	4	5	4
	Características	5	5	5	5	4	3	4	1	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4	5	5	4
	Modelado	5	5	5	4	5	3	4	1	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5
<b>MÓDULO 2 : Modelado Y Sistemas</b>	Componentes de un Modelo	5	4	4	5	5	4	1	4	1	2	1	4	4	4	4	4	4	4	4	5	
	Clasificación de los Modelos	5	5	5	5	4	3	3	3	2	3	3	1	3	3	3	4	3	3	5	5	5
	Ejemplos Numéricos	5	5	5	4	5	4	1	1	3	2	1	2	2	3	1	4	4	4	3	5	5
	Formulación de un problema	5	5	4	4	5	5	3	2	2	3	2	3	3	2	3	4	3	4	4	5	4
	Recolección Y Procesamiento de la Información requerida	4	5	5	5	5	4	3	4	2	3	3	5	4	2	5	1	4	3	4	4	5
	Datos e Información	4	4	5	5	5	4	2	4	2	3	2	5	2	2	1	3	3	4	4	5	4
	Tipos de Datos	5	5	4	4	5	4	3	1	4	2	1	3	2	5	3	3	4	4	4	5	4
	Formulación del Modelo Matemático	5	5	5	4	5	4	5	2	2	3	2	4	1	1	5	3	4	4	5	4	5
	Evaluación de las características de la Información Procesada	5	4	4	5	4	4	1	4	1	3	2	4	1	5	1	3	4	4	4	5	4
	Formulación de un programa en computador	4	4	5	4	4	5	1	3	1	2	4	1	2	4	1	4	4	4	4	5	4
<b>MÓDULO 3 : Proceso De Simulación</b>	Validación del programa de computadora	4	5	5	5	4	5	1	2	2	2	4	1	5	1	4	4	4	4	4	5	
	Diseño de experimentos en simulación	4	5	5	5	4	5	1	4	1	2	1	4	1	2	3	3	3	4	5	5	4
	Análisis de resultados y validación de la simulación	4	4	5	4	4	5	3	3	5	3	4	4	2	5	2	3	4	4	4	5	4
	Variables aleatorias	5	5	4	5	4	5	1	3	3	1	2	2	3	4	3	3	3	3	4	5	4
	Distribuciones de probabilidad	5	5	4	5	5	4	1	3	1	2	2	3	4	3	3	3	4	4	5	5	4
	Intervalos de confianza	5	5	4	4	4	2	1	3	1	3	1	3	2	3	3	4	4	4	5	4	5
	Proceso de recolección de datos	4	5	5	4	5	4	3	1	3	3	1	2	3	3	4	4	4	4	5	4	4
	Pruebas de Hipótesis	5	4	4	4	5	5	2	3	1	2	2	1	2	1	1	3	3	3	3	5	4
	<b>MÓDULO 4 : Revisión De Elementos De Estadística Y Probabilidad</b>	Capacidad de organización y planificación	4	5	5	4	4	4	1	2	3	4	4	5	3	3	4	4	4	5	5	4
		Comunicación oral y escrita	4	5	5	4	4	4	1	2	3	4	4	5	3	3	4	4	4	5	5	4
Trabajo en equipo		4	5	5	4	4	4	1	2	3	4	4	5	3	3	4	4	4	5	5	4	4
Razonamiento crítico		4	5	5	4	4	4	1	2	3	4	4	5	3	3	4	4	4	5	5	4	4
Aprendizaje autónomo		4	5	5	4	4	4	1	2	3	4	4	5	3	3	4	4	4	5	5	4	4
Adaptación a nuevas situaciones		4	5	5	4	4	4	1	2	3	4	4	5	3	3	4	4	4	5	5	4	4
Creatividad		4	5	5	4	4	4	1	2	3	4	4	5	3	3	4	4	4	5	5	4	4
Motivación por la calidad y mejora continua		4	5	5	4	4	4	1	2	3	4	4	5	3	3	4	4	4	5	5	4	4
Describir un problema en un contexto de la vida real, para modelarlo matemáticamente		4	5	5	4	4	4	1	2	3	4	4	5	3	3	4	4	4	5	5	4	4
Identificar las principales variables que rigen el comportamiento del sistema		4	5	5	4	4	4	1	2	3	4	4	5	3	3	4	4	4	5	5	4	4
Interpretación de las soluciones de un problema de Simulación	4	5	5	4	4	4	1	2	3	4	4	5	3	3	4	4	4	5	5	4	4	
Determinar diferencias entre Variables de Evento Discreto y de Evento Continuo	4	5	5	4	4	4	1	2	3	4	4	5	3	3	4	4	4	5	5	4	4	
Gasificar las diferentes tipos de Simulación y sus contextos de aplicación	4	5	5	4	4	4	1	2	3	4	4	5	3	3	4	4	4	5	5	4	4	
Determinar diferencias entre un modelo de Simulación Terminal Y No Terminal	4	5	5	4	4	4	1	2	3	4	4	5	3	3	4	4	4	5	5	4	4	
Demstrar matemáticamente las medidas de desempeño de los sistemas	4	5	5	4	4	4	1	2	3	4	4	5	3	3	4	4	4	5	5	4	4	
Conocer las herramientas de la Simulación Discreta	4	5	5	4	4	4	1	2	3	4	4	5	3	3	4	4	4	5	5	4	4	
Comprender Y saber identificar cuando aplicar los principales generadores de estuidos	4	5	5	4	4	4	1	2	3	4	4	5	3	3	4	4	4	5	5	4	4	
Comprender Y saber identificar cuando aplicar los principales técnicas de análisis	4	5	5	4	4	4	1	2	3	4	4	5	3	3	4	4	4	5	5	4	4	
Comprender Y saber identificar cuando aplicar las principales técnicas de análisis estadísticos de datos en la Simulación	4	5	5	4	4	4	1	2	3	4	4	5	3	3	4	4	4	5	5	4	4	
Conocer las diferentes aplicaciones de Simulación en la Ingeniería	4	5	5	4	4	4	1	2	3	4	4	5	3	3	4	4	4	5	5	4	4	
Participación Y organización en el desarrollo de actividades	4	5	5	4	4	4	1	2	3	4	4	5	3	3	4	4	4	5	5	4	4	
Modelado con Simulación Discreta para el Diagnostico y la búsqueda de soluciones a problemas logísticos reales	4	5	5	4	4	4	1	2	3	4	4	5	3	3	4	4	4	5	5	4	4	
Programación de Datos con la ayuda de estadística Inferencial Y Descriptiva	4	5	5	4	4	4	1	2	3	4	4	5	3	3	4	4	4	5	5	4	4	
Elaboración de informes Y proyectos de carácter científico-técnico	4	5	5	4	4	4	1	2	3	4	4	5	3	3	4	4	4	5	5	4	4	
Aceptar que el estudio requiere un esfuerzo personal	4	5	5	4	4	4	1	2	3	4	4	5	3	3	4	4	4	5	5	4	4	
Desarrollar actitud crítica Y responsable	4	5	5	4	4	4	1	2	3	4	4	5	3	3	4	4	4	5	5	4	4	
Valorar el aprendizaje autónomo	4	5	5	4	4	4	1	2	3	4	4	5	3	3	4	4	4	5	5	4	4	
Mostrar interés en la ampliación de conocimientos Y de búsqueda de información	4	5	5	4	4	4	1	2	3	4	4	5	3	3	4	4	4	5	5	4	4	
Valorar la importancia del trabajo en equipo	4	5	5	4	4	4	1	2	3	4	4	5	3	3	4	4	4	5	5	4	4	
Estar dispuesto a reconocer Y corregir errores	4	5	5	4	4	4	1	2	3	4	4	5	3	3	4	4	4	5	5	4	4	
Respetar las decisiones Y opiniones ajenas	4	5	5	4	4	4	1	2	3	4	4	5	3	3	4	4	4	5	5	4	4	
Valorar el método científico como herramienta en el diseño de propuestas de mejoramiento Y optimización de sistemas	4	5	5	4	4	4	1	2	3	4	4	5	3	3	4	4	4	5	5	4	4	

PROGRAMA ANALÍTICO DEL CURSO





## ANEXO 2: Matriz Contraste de las Elementos de Competencias Propuestos para el Plan de Curso de Simulación con los Contenidos de cada Unidad

ELEMENTOS DE COMPETENCIAS	Específicas										Transversales										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>PROGRAMA ANALÍTICO DEL CURSO</b>  <b>Unidad 1. Fundamentos de la Simulación</b> Definición ¿Por Qué Simular? Tipos De Simulación Ventajas Y Desventajas Aplicaciones De La Simulación Base De Historia Definición De Sistema Componentes de un Sistema Características Modelado Componentes de un Modelo Clasificación de los Modelos Ejemplos Numéricos Formulación de un problema Recolección y Procesamiento de la información requerida Datos e Información Tipos de Datos Formulación del Modelo Matemático Evaluación de las características de la información Procesada Formulación de un programa en computador Validación del programa de computadora Diseño de experimentos en simulación Análisis de resultados y validación de la simulación	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
	Organizar y planificar las diversas actividades que se requieren para un modelo de simulación con objeto de garantizar el buen desarrollo de este proceso bajo cualquier contexto que se presente.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Comunicarse efectiva y eficazmente en forma escrita, gráfica y simbólica, durante cada una de las etapas del modelo de simulación, para así garantizar la confiabilidad del proceso, bajo cualquier circunstancia.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Relacionarse e integrar a equipos de trabajo, para poder abordar de forma efectiva cualquier problema de ingeniería que pueda ser solucionado con la herramienta de simulación.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Definir apropiadamente los criterios que se emplearán en la evaluación de sistemas productivos y sus mejoras, bajo diferentes condiciones de operación.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Desarrollar capacidad de trabajo autónomo y proactivo en la búsqueda de soluciones apropiadas a problemas de ingeniería a través de la simulación en condiciones de incertidumbre.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Propositivo en la adaptación de la metodología general de simulación que permita intervenir sistemas productivos, bajo diversos contextos de forma exitosa.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Comprender la importancia de la Simulación como Herramienta de Análisis de Sistemas Productivos Altamente Complejos.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Apropiar las etapas de la Metodología General de Simulación, Para Hacer una Aplicada Aplicación en la búsqueda de soluciones al problema objeto de estudio.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Comprender el Procedimiento General de la Simulación de Montecarlo para su Aplicada Utilización en la Simulación Dinámica.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Aplicar la Simulación de Montecarlo a Problemas de Líneas de Espera, bajo diferentes configuraciones, condiciones de operación y Variabilidad en los tiempos.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Aplicar la Simulación de Montecarlo a Problemas de Inventarios, bajo diferentes configuraciones, condiciones de operación y Variabilidad en los tiempos.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Comprender las diferentes técnicas empleadas para generar números Pseudoaleatorios discretos para su posterior utilización en los procesos de Simulación.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Evaluación el cumplimiento de características estadísticas de los números Pseudoaleatorios generados, con objeto de garantizar la calidad del proceso de Simulación.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Diseñar y evaluar simulaciones de procesos productivos aplicando una herramienta de software de forma eficaz, bajo condiciones de incertidumbre.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Evaluación la calidad estadística de los datos recolectados con objeto de garantizar que los resultados del Modelo de Simulación sean confiables.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Establecer relaciones causa efecto, a través del análisis de los datos obtenidos de la Simulación, con objeto de emitir un Diagnóstico del comportamiento del Sistema Objeto de Estudio.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Proponer soluciones de ingeniería a las diversas problemáticas o situaciones estudiadas que permitan alcanzar de forma exitosa los objetivos de la simulación establecidos previamente, en un sistema productivo determinado.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	











**Anexo 3. Matriz de las competencias del programa analítico del curso de Simulación con las Definiciones de los Elementos De La Estructura De Prueba SABER PRO Para Ingeniería Industrial**

PROGRAMA ANALÍTICO DEL CURSO		COMPETENCIAS ESPECÍFICAS													
		COGNITIVAS										PROCEDIMENTALES			
		Describir un problema en un contexto de la vida real, para modelarlo matemáticamente	Identificar las principales variables que rigen el comportamiento del sistema objeto de estudio	Interpretación de las soluciones de un problema de Simulación	Determinar diferencias entre Variables de Evento Discreto y de Evento Continuo	Clasificar las diferentes tipos de Simulación y sus contextos de aplicación	Determinar diferencias entre un modelo de Simulación Terminal y No Terminal	Mostrar matemáticamente las medidas de desempeño de los sistemas estudiados	Conocer las herramientas de la Simulación Discreta	Comprender y saber identificar cuando aplicar los principales generadores de Números Aleatorios	Comprender y saber identificar cuando aplicar los principales técnicas de análisis estadístico de datos en la Simulación	Conocer las diferentes aplicaciones de Simulación en la Ingeniería	Modelado con Simulación Discreta para el Diagnóstico y la búsqueda de soluciones a problemas logísticos reales	Análisis de Datos con la ayuda de estadística Inferencial y la Descriptiva	Programación de computadores para resolución de Problemas
COMPONENTES DE LA PRUEBA	COMPETENCIA COGNITIVA	4	4	4	5	5	4	3	5	2	3	4	4	5	3
<b>Modelamiento de fenómenos y procesos</b>	I	Identifica los aspectos y características relevantes de un fenómeno o proceso	4	4	4	5	4	3	5	2	3	4	4	5	3
	A	Establece y analiza relaciones que representan fenómenos o procesos y modela fenómenos y procesos	4	3	3	1	3	1	2	4	1	3	1	3	3
	P	Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos que representan un fenómeno o proceso	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1
<b>Resolución de problemas, mediante la aplicación de las ciencias naturales y las matemáticas utilizando un lenguaje lógico y simbólico</b>	I	Identifica y comprende las variables que definen un problema	4	4	4	1	1	1	4	2	4	3	4	2	1
	A	Selecciona métodos apropiados y resuelve un problema	3	3	1	1	1	1	1	1	2	3	1	4	3
	P	Plantea hipótesis y genera alternativas de solución de un problema	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1
<b>Comunicación efectiva y eficaz en forma escrita, gráfica y simbólica</b>	I	Lee, comprende e interpreta textos científicos, gráficos, datos e información experimental, planos e imágenes de sistemas mecánicos	5	3	4	3	4	3	3	4	2	4	4	3	3
	A	Argumenta ideas técnicas a través de textos, gráficos, reportes de datos experimentales, planos e imágenes.	5	3	4	3	1	1	4	1	3	4	4	2	1
	P	Propone ideas técnicas a través de textos, gráficos, reportes de datos experimentales, planos e imágenes.	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1

PROGRAMA ANALÍTICO DEL CURSO		COMPETENCIAS ESPECÍFICAS																
		COGNITIVAS										PROCEDIMENTALES						
		Identificar las principales variables que rigen el comportamiento del sistema objeto de estudio	Interpretación de las soluciones de un problema de Simulación	Determinar diferencias entre Variables de Evento Discreto y de Evento Continuo	Clasificar las diferentes tipos de Simulación y sus contextos de aplicación	Determinar diferencias entre un modelo de Simulación Terminal y No Terminal	Mostrar matemáticamente las medidas de desempeño de los sistemas estudiados	Conocer las herramientas de la Simulación Discreta	Comprender y saber identificar cuando aplicar los principales generadores de Números Aleatorios	Comprender y saber identificar cuando aplicar los principales técnicas de análisis estadístico de datos en la Simulación	Conocer las diferentes aplicaciones de Simulación en la Ingeniería	Modelado con Simulación Discreta para el Diagnóstico y la búsqueda de soluciones a problemas logísticos reales	Análisis de Datos con la ayuda de estadística Inferencial y la Descriptiva	Programación de computadores para resolución de Problemas				
		4	4	1	4	3	3	1	3	2	3	3	3	1	3	1		
DEFINICIÓN DE ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA DE PRUEBA ECAES PARA INGENIERÍA INDUSTRIAL	COMPONENTES DE LA PRUEBA	COMPETENCIA COGNITIVA																
		I	Identifica los problemas de las organizaciones o de los sistemas complejos desde diferentes perspectivas – técnicas, organizacionales, financieras, económicas, entre otros – así como las herramientas propias de la profesión para encontrar alternativas de solución.	4	4	1	4	3	3	1	3	2	3	3	3	3	1	
		A	Analiza y evalúa soluciones a los problemas identificados de las organizaciones o de los sistemas complejos y selecciona aquellas que mejor se adecúan a las especificaciones establecidas.	1	2	2	1	1	1	3	1	1	1	4	1	2	1	2
Análisis, diseño y evaluación de componentes o procesos organizacionales o de sistemas complejos.	COMPETENCIA COGNITIVA	P	Propone alternativas de solución a los problemas de las organizaciones o de los sistemas complejos valiéndose para ello de los conocimientos, destrezas, herramientas y metodologías adquiridos de naturaleza científica, técnica, tecnológica y profesional. En este planteamiento tienen en cuenta la viabilidad de las soluciones desde diferentes perspectivas, tales como las perspectivas técnica, operacional, financiera, económica, social, ambiental, entre otras.	1	1	3	1	1	1	3	1	1	2	1	4	1	3	
		I	Identifica los elementos fundamentales de orden técnico, de mercado, administrativo, operacional, financiero o técnico de un problema para formular al investigador de él un proyecto.	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
		A	Analiza y evalúa un problema de decisión de inversión derivado de un proyecto teniendo en cuenta los aspectos técnico, operacional, administrativo, financiero, económico, ambiental y social.	2	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Planeación, diseño, evaluación del impacto (social, económico, tecnológico y ambiental) y gestión proyectos de ingeniería industrial	COMPETENCIA COGNITIVA	P	Se enfrenta a problemáticas organizacionales o de sistemas complejos y está en capacidad de formular proyectos como respuesta a dichas problemáticas de manera eficiente incorporando las mejores prácticas de la ingeniería y los conocimientos, destrezas, herramientas y metodologías adquiridos de naturaleza científica, técnica, tecnológica y profesional.	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	









## Anexo 8. Resultado Práctica N° 5: Generación de Números Pseudoaleatorios Discretos

CONDUCTA DE ENTRADA																								
No.	Pregunta Clave Competencia	PREGUNTAS GENERICAS						PREGUNTAS ESPECIFICAS																
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6											
		Int	Ag	Ag	Pro	Int	Pro	ver.gráfico	ver.gráfico	ver.gráfico	ver.gráfico	ver.gráfico	ver.gráfico											
NOMBRE	Competencia	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83								
1	Estudiante 1	D	D	D	A	A	B	DEF	2.5	SOB	5.0	DEF	5.0	SOB	4.2	MBUE	A	C	D	B	D	A	3.3	ACE
2	Estudiante 2	B	D	D	A	A	C	INS	5.0	SOB	5.0	SOB	5.0	SOB	3.3	ACE	C	C	D	B	D	A	4.2	MBUE
3	Estudiante 3	D	D	D	A	C	B	DEF	2.5	DEF	5.0	DEF	5.0	SOB	3.3	ACE	C	C	C	B	B	C	3.3	ACE
4	Estudiante 4	D	A	A	A	B	A	SOB	2.5	DEF	2.5	DEF	2.5	DEF	3.3	ACE	C	C	B	B	D	A	5.0	SOB
5	Estudiante 5	B	D	A	A	A	C	DEF	5.0	SOB	2.5	DEF	3.3	ACE	2.5	DEF	A	D	B	B	C	A	2.5	DEF
6	Estudiante 6	D	D	D	B	A	C	SOB	2.5	DEF	5.0	DEF	5.0	SOB	3.3	ACE	C	D	D	C	D	A	2.5	DEF
7	Estudiante 7	B	A	A	A	A	A	DEF	2.5	DEF	5.0	DEF	5.0	SOB	3.3	ACE	C	C	C	B	C	D	4.2	MBUE
8	Estudiante 8	D	D	A	A	A	B	SOB	5.0	SOB	5.0	SOB	5.0	SOB	5.0	SOB	C	D	B	B	D	A	4.2	MBUE

CONDUCTA DE SALIDA																	
No.	NOMBRE	PREGUNTAS ESPECIFICAS						PRÁCTICA									
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6				
		Pregunta Clave Competencia	C	C	B	B	D	A	A	D	C	A	B	D			
No.	NOMBRE	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	
1	Estudiante 1	C	C	D	B	D	A	4.2	MBUE	A	D	D	A	B	D	4.2	MBUE
2	Estudiante 2	C	C	B	B	D	A	5.0	SOB	A	D	C	A	B	D	5.0	SOB
3	Estudiante 3	A	C	B	B	D	B	3.3	ACE	B	D	D	A	B	D	3.3	ACE
4	Estudiante 4	C	C	B	B	D	A	5.0	SOB	A	D	C	A	C	D	4.2	MBUE
5	Estudiante 5	C	D	B	B	D	A	4.2	MBUE	B	D	C	A	B	D	4.2	MBUE
6	Estudiante 6	C	C	D	C	D	A	3.3	ACE	A	D	C	A	C	B	3.3	ACE
7	Estudiante 7	C	C	B	C	D	A	4.2	MBUE	A	D	C	A	B	D	5.0	SOB
8	Estudiante 8	C	C	B	B	D	A	5.0	SOB	A	D	C	A	B	D	5.0	SOB

## Anexo 9. Resultado Práctica N° 6: Pruebas Estadísticas de Números Pseudoaleatorios Discretos

		CONDUCTA DE ENTRADA																					
		PREGUNTAS GENÉRICAS									PREGUNTAS ESPECÍFICAS												
No.	NOMBRE	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6				
		Pregunta	D	D	C	C	A	Int	Arg	Pro	Arg	Pro	Int	Arg	Pro	Arg	Pro	Int	Arg	Pro	Arg	Pro	
Competencia		0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
ver gráfico		INT	ARG	PRO	ARG	PRO	INT	INT	ARG	PRO	ARG	PRO	INT	ARG	PRO	ARG	PRO	INT	ARG	PRO	ARG	PRO	
1	Estudiante 1	A	D	D	C	C	A	2.5	DEF	5.0	SOB	5.0	MBUE	C	B	D	C	D	A	3.3	ACE		
2	Estudiante 2	D	B	B	C	C	A	2.5	DEF	5.0	SOB	3.3	ACE	A	B	A	C	D	A	3.3	ACE		
3	Estudiante 3	A	D	B	C	D	A	2.5	DEF	0.0	INS	5.0	SOB	2.5	DEF	C	C	A	C	3.3	ACE		
4	Estudiante 4	D	B	D	C	C	C	2.5	DEF	5.0	SOB	2.5	DEF	3.3	ACE	C	A	A	C	4.2	MBUE		
5	Estudiante 5	D	D	D	C	C	A	5.0	SOB	5.0	SOB	5.0	SOB	A	B	D	D	C	A	2.5	DEF		
6	Estudiante 6	A	D	B	C	C	C	2.5	DEF	2.5	DEF	2.5	DEF	C	B	A	C	C	C	4.2	MBUE		
7	Estudiante 7	D	B	B	D	C	A	2.5	DEF	2.5	DEF	2.5	DEF	A	C	A	D	C	A	2.5	DEF		
8	Estudiante 8	D	D	D	C	C	A	5.0	SOB	5.0	SOB	5.0	SOB	C	B	A	C	D	A	4.2	MBUE		

		CONDUCTA DE SALIDA																					
		PREGUNTAS ESPECÍFICAS									PRÁCTICA												
No.	NOMBRE	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6				
		Pregunta	C	B	A	C	C	A	Int	Arg	Pro	Arg	Pro	Int	Arg	Pro	Arg	Pro	Int	Arg	Pro	Arg	Pro
Competencia		0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
ver gráfico		INT	ARG	PRO	ARG	PRO	INT	INT	ARG	PRO	ARG	PRO	INT	ARG	PRO	ARG	PRO	INT	ARG	PRO	ARG	PRO	
1	Estudiante 1	C	B	A	C	D	A	4.2	MBUE	A	4.2	MBUE	A	B	D	C	C	B	4.2	MBUE			
2	Estudiante 2	C	B	A	C	D	A	4.2	MBUE	A	4.2	MBUE	A	B	D	D	C	B	5.0	SOB			
3	Estudiante 3	C	C	A	C	C	C	3.3	ACE	A	3.3	ACE	A	B	D	C	C	A	3.3	ACE			
4	Estudiante 4	C	B	A	C	C	A	5.0	SOB	A	5.0	SOB	A	B	D	D	C	A	4.2	MBUE			
5	Estudiante 5	A	B	D	C	C	C	3.3	ACE	C	3.3	ACE	C	B	D	A	C	B	3.3	ACE			
6	Estudiante 6	C	B	A	C	C	C	4.2	MBUE	A	4.2	MBUE	A	B	D	D	C	B	5.0	SOB			
7	Estudiante 7	A	C	A	C	C	A	3.3	ACE	C	3.3	ACE	C	B	D	D	C	A	3.3	ACE			
8	Estudiante 8	C	B	A	C	C	A	5.0	SOB	A	5.0	SOB	A	B	D	D	C	B	5.0	SOB			





## Anexo 11. Resultado Práctica N° 8: Análisis de Datos de Entrada del Modelo de Simulación

No.		CONDUCTA DE ENTRADA																		
		PREGUNTAS GENERICAS						PREGUNTAS ESPECIFICAS												
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6							
	Pregunta	C	B	A	C	B	D													
	Clave	Pro	Arg	Int	Int															
	Competencia	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	ver.gráfico	ver.gráfico	ver.gráfico	ver.gráfico	ver.gráfico	ver.gráfico	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	
		B	B	A	C	B	D	5.0	5.0	SOB	2.5	DEF	4.2	MBUE	C	B	A	D	A	
1	Estudiante 1							5.0	SOB	0.0	INS	5.0	SOB	3.3	ACE	C	A	A	D	A
2	Estudiante 2							5.0	SOB	0.0	INS	5.0	SOB	3.3	ACE	C	A	A	D	A
3	Estudiante 3							0.0	INS	5.0	SOB	2.5	DEF	2.5	DEF	C	B	A	D	C
4	Estudiante 4							2.5	DEF	0.0	INS	2.5	DEF	1.7	INDEF	C	A	A	D	C
5	Estudiante 5							0.0	INS	2.5	DEF	5.0	SOB	2.5	DEF	C	B	A	D	C
6	Estudiante 6							5.0	SOB	2.5	DEF	2.5	DEF	3.3	ACE	C	A	A	D	C
7	Estudiante 7							0.0	INS	5.0	SOB	2.5	DEF	2.5	DEF	C	B	A	D	C
8	Estudiante 8							5.0	SOB	5.0	SOB	5.0	SOB	5.0	SOB	C	A	A	D	A

No.		CONDUCTA DE SALIDA																	
		PREGUNTAS ESPECIFICAS						PRÁCTICA											
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6						
	Pregunta	C	A	A	D	C	A												
	Clave	Competencia																	
		0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	ver.gráfico	ver.gráfico	ver.gráfico	ver.gráfico	ver.gráfico	ver.gráfico	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
		C	A	A	D	C	A	4.2	MBUE	A	D	D	B	A	B	A	B	A	B
1	Estudiante 1							4.2	MBUE	A	D	D	B	A	B	A	B	A	B
2	Estudiante 2							5.0	SOB	A	C	D	B	A	B	A	B	A	B
3	Estudiante 3							4.2	MBUE	A	C	D	B	A	B	A	B	A	B
4	Estudiante 4							5.0	SOB	A	C	D	B	A	B	A	B	A	B
5	Estudiante 5							4.2	MBUE	A	C	D	B	A	B	A	B	A	B
6	Estudiante 6							4.2	MBUE	A	B	D	B	A	B	A	B	A	B
7	Estudiante 7							5.0	SOB	A	C	D	B	A	B	A	B	A	B
8	Estudiante 8							5.0	SOB	A	C	D	B	A	B	A	B	A	B

## Anexo 12. Resultado Práctica N° 9: Análisis de Datos de Salida del Modelo de Simulación

CONDUCTA DE ENTRADA																							
No.	Pregunta Clave Competencia	PREGUNTAS GENERICAS						PREGUNTAS ESPECIFICAS															
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6										
		Int	Pro	Arg	Ag	Pro	Pro	Int	Pro	Arg	Ag	Pro	Pro										
		0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83								
		INT	PRO	ARG	AG	PRO	PRO	INT	PRO	ARG	AG	PRO	PRO	INT	PRO								
1	Estudiante 1	B	C	B	D	A	D	2.5	DEF	5.0	SOB	3.3	ACE	B	D	B	C	C	A	3.3	ACE		
2	Estudiante 2	B	C	A	C	D	D	2.5	DEF	2.5	DEF	2.5	DEF	A	D	C	C	C	D	2.5	DEF		
3	Estudiante 3	C	D	A	C	D	D	2.5	DEF	2.5	DEF	2.5	DEF	A	D	C	C	B	C	A	2.5	DEF	
4	Estudiante 4	C	D	B	D	A	A	2.5	DEF	2.5	DEF	2.5	DEF	B	D	C	B	C	D	4.2	MBUE		
5	Estudiante 5	C	C	B	C	A	D	5.0	SOB	5.0	SOB	5.0	SOB	A	D	B	B	D	D	3.3	ACE		
6	Estudiante 6	C	D	B	C	A	A	2.5	DEF	5.0	SOB	2.5	DEF	A	D	B	C	C	D	3.3	ACE		
7	Estudiante 7	B	D	B	D	D	D	0.0	INS	0.0	INS	5.0	SOB	1.7	MDEF	B	D	B	B	C	D	5.0	SOB
8	Estudiante 8	A	C	B	C	A	A	2.5	DEF	5.0	SOB	2.5	DEF	B	C	B	B	B	D	3.3	ACE		

CONDUCTA DE SALIDA																					
No.	Pregunta Clave Competencia	PREGUNTAS ESPECIFICAS						PRÁCTICA													
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6								
		INT	PRO	ARG	AG	PRO	PRO	INT	PRO	ARG	AG	PRO	PRO								
		0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83						
		INT	PRO	ARG	AG	PRO	PRO	INT	PRO	ARG	AG	PRO	PRO	INT	PRO						
1	Estudiante 1	B	D	B	C	C	D	4.2	MBUE	4.2	MBUE	4.2	MBUE	D	B	C	A	B	C	3.3	ACE
2	Estudiante 2	B	D	C	C	C	D	3.3	ACE	3.3	ACE	3.3	ACE	A	B	C	A	B	D	3.3	ACE
3	Estudiante 3	A	D	B	B	C	A	3.3	ACE	3.3	ACE	3.3	ACE	D	A	C	C	B	C	3.3	ACE
4	Estudiante 4	B	D	B	B	C	D	5.0	SOB	5.0	SOB	4.2	MBUE	D	B	C	A	B	D	4.2	MBUE
5	Estudiante 5	A	D	B	B	C	D	4.2	MBUE	4.2	MBUE	4.2	MBUE	A	A	C	C	B	D	3.3	ACE
6	Estudiante 6	A	D	B	C	C	D	3.3	ACE	3.3	ACE	3.3	ACE	D	B	C	A	B	C	3.3	ACE
7	Estudiante 7	B	D	B	B	C	D	5.0	SOB	5.0	SOB	4.2	MBUE	D	A	C	C	B	D	4.2	MBUE
8	Estudiante 8	B	D	B	B	B	D	4.2	MBUE	4.2	MBUE	4.2	MBUE	A	A	C	A	B	D	4.2	MBUE



## Anexo 14. Resultado Generales de la Aplicación de las Prácticas de Laboratorio

CONDUCTAS DE ENTRADA																						
No	ALUMNO	PREGUNTAS ESPECÍFICAS										Equivalencia Conceptual										
		Calificación										Equivalencia Conceptual										
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
1	Estudiante 1	Ver Gráfico	3.3	5.0	2.5	3.3	3.3	3.3	5.0	3.3	3.3	3.3	5.0	2.5	3.3	3.3	3.3	5.0	3.3	3.3	5.0	3.3
2	Estudiante 2	Ver Gráfico	2.5	4.2	3.3	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	5.0	2.5	3.3	3.3	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2
3	Estudiante 3	Ver Gráfico	3.3	4.2	2.5	3.3	3.3	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	2.5	3.3	3.3	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2
4	Estudiante 4	Ver Gráfico	4.2	3.3	4.2	4.2	5.0	4.2	4.2	5.0	4.2	5.0	4.2	3.3	4.2	5.0	4.2	4.2	5.0	4.2	5.0	4.2
5	Estudiante 5	Ver Gráfico	4.2	2.5	4.2	2.5	2.5	2.5	4.2	4.2	3.3	1.7	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2
6	Estudiante 6	Ver Gráfico	3.3	4.2	5.0	3.3	2.5	4.2	4.2	4.2	3.3	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3
7	Estudiante 7	Ver Gráfico	3.3	2.5	2.5	4.2	4.2	2.5	5.0	4.2	5.0	1.7	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2
8	Estudiante 8	Ver Gráfico	3.3	2.5	3.3	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2

CONDUCTAS DE SALIDA																						
No	ALUMNO	PREGUNTAS ESPECÍFICAS										Equivalencia Conceptual										
		Calificación										Equivalencia Conceptual										
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
1	Estudiante 1	Ver Gráfico	4.2	5.0	3.3	4.2	4.2	4.2	5.0	4.2	4.2	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2
2	Estudiante 2	Ver Gráfico	3.3	4.2	4.2	4.2	5.0	4.2	5.0	4.2	5.0	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3
3	Estudiante 3	Ver Gráfico	3.3	3.3	3.3	4.2	3.3	3.3	4.2	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2
4	Estudiante 4	Ver Gráfico	5.0	4.2	4.2	4.2	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3
5	Estudiante 5	Ver Gráfico	4.2	3.3	4.2	4.2	4.2	3.3	4.2	4.2	2.5	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2
6	Estudiante 6	Ver Gráfico	3.3	4.2	3.3	3.3	3.3	4.2	4.2	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2
7	Estudiante 7	Ver Gráfico	4.2	4.2	4.2	5.0	4.2	3.3	5.0	5.0	5.0	2.5	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3
8	Estudiante 8	Ver Gráfico	3.3	3.3	5.0	4.2	5.0	5.0	4.2	5.0	4.2	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2

PRÁCTICAS																						
No	ALUMNO	Calificación										Equivalencia Conceptual										
		Calificación										Equivalencia Conceptual										
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
1	Estudiante 1	Ver Gráfico	3.3	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	5.0	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2
2	Estudiante 2	Ver Gráfico	4.2	5.0	5.0	4.2	5.0	5.0	5.0	4.2	3.3	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3
3	Estudiante 3	Ver Gráfico	3.3	3.3	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	5.0	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3
4	Estudiante 4	Ver Gráfico	4.2	3.3	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	5.0	4.2	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2
5	Estudiante 5	Ver Gráfico	4.2	4.2	4.2	5.0	4.2	3.3	5.0	3.3	2.5	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2
6	Estudiante 6	Ver Gráfico	3.3	5.0	3.3	3.3	3.3	5.0	4.2	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2
7	Estudiante 7	Ver Gráfico	4.2	4.2	4.2	4.2	5.0	3.3	5.0	4.2	4.2	2.5	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3
8	Estudiante 8	Ver Gráfico	3.3	4.2	5.0	4.2	5.0	5.0	4.2	5.0	4.2	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2