

**EVALUACIÓN DEL IMPACTO EN EL APRENDIZAJE CON LA  
IMPLEMENTACIÓN DE DIDÁCTICAS LÚDICAS ÁREA CURRICULAR DE  
MODELAMIENTO DEL PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL DE LA  
UNIVERSIDAD ICESI**

**DANIELA CASTRO GOMEZ  
ANDREW STEWART SÁNCHEZ CASTRILLÓN**

**UNIVERSIDAD ICESI  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CALI  
AGOSTO 2018**

**EVALUACIÓN DEL IMPACTO EN EL APRENDIZAJE CON LA  
IMPLEMENTACIÓN DE DIDÁCTICAS LÚDICAS ÁREA CURRICULAR DE  
MODELAMIENTO DEL PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL DE LA  
UNIVERSIDAD ICESI**

**DANIELA CASTRO GOMEZ  
ANDREW STEWART SÁNCHEZ CASTRILLÓN**

**Proyecto de Grado para optar el título de Ingeniero Industrial**

**Director proyecto  
MARIA PAOLA SEGURA**

**UNIVERSIDAD ICESI  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CALI  
AGOSTO 2018**

## Contenido

	pág.
<b>GLOSARIO</b> .....	<b>8</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>10</b>
<b>1 Introducción</b> .....	<b>11</b>
1.1 Contexto, Justificación y Formulación del Problema .....	12
<b>2 Objetivos</b> .....	<b>15</b>
2.1 Objetivo del Proyecto.....	15
2.2 Objetivos Específicos.....	15
<b>3 Marco de Referencia</b> .....	<b>16</b>
3.1 Marco Teórico.....	16
3.2 Antecedentes.....	20
3.3 Contribución Intelectual o Impacto del Proyecto.....	24
<b>4 Metodología</b> .....	<b>25</b>
4.1 Clasificación de lúdicas:.....	25
4.2 Diseño y aplicación del experimento: .....	26
4.3 Clasificación por estilos de aprendizaje y taxonomía de Bloom .....	26
4.4 Presentación de resultados a los profesores del Programa de Ingeniería Industrial.....	27
<b>5 Resultados</b> .....	<b>28</b>
5.1 Objetivo 1: Identificar la relación entre las lúdicas actuales, los objetivos terminales y específicos de los cursos. ....	28
5.2 Objetivo 2: Diseñar un experimento contrastado con lúdicas aplicadas al área de modelamiento.....	30
5.2.1 Investigación de Operaciones: .....	30
5.2.2 Procesos Estocásticos: .....	40
5.2.3 Simulación Discreta.....	50
5.3 Objetivo 3: Desarrollar una metodología para clasificar las lúdicas de acuerdo a la taxonomía de Bloom y Estilos de Aprendizaje.....	59
5.3.1 Clasificación por Estilos de Aprendizaje.....	59
5.3.2 Clasificación por Taxonomía de Bloom .....	71
5.4 Objetivo 4: Evaluar y presentar los resultados con respecto al diseño y aporte de las lúdicas como metodología complementaria al aprendizaje a los profesores del Programa de Ingeniería Industrial.....	73
<b>6 Discusión de resultados</b> .....	<b>75</b>

6.1	Conclusiones .....	75
6.2	Recomendaciones .....	76
	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>78</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>80</b>

## Lista de Figuras

Ilustración 1: Ejemplo matriz de relaciones objetivos lúdicas/cursos.....	28
Ilustración 2: Diagramación método implementado en el curso Investigación de Operaciones .....	31
Ilustración 3: Prueba de Homogeneidad pruebas A y B curso IO.....	36
Ilustración 4: Comparación de varianzas prueba B Grupo 1 y Grupo 3.....	37
Ilustración 5: Comparación de medias prueba B Grupo 1 y Grupo 3.....	37
Ilustración 6: Nivel de compromiso con lúdica estudiantes Grupo 1 Curso IO .....	39
Ilustración 7: Diagramación método implementado en el curso Procesos Estocásticos.....	41
Ilustración 8: Prueba de Homogeneidad Prueba A y Prueba B curso PE.....	45
Ilustración 9: Comparación de varianzas Prueba A Grupo 3 y Grupo 5 .....	45
Ilustración 10: Comparación de medias para las pruebas A del Grupo 3 y Grupo 5 .....	46
Ilustración 11: Comparación de varianzas para la prueba B Grupo 3 y Grupo 5.....	47
Ilustración 12: Comparación de medias prueba B Grupo 3 y Grupo 5.....	47
Ilustración 13: Nivel de compromiso de estudiantes con la lúdica grupo 3 Procesos Estocásticos.....	48
Ilustración 14: Aspectos Importantes de la lúdica Procesos Estocásticos.....	49
Ilustración 15: Diagramación método implementado curso Simulación Discreta.....	51
Ilustración 16 Prueba de homogeneidad prueba A y B curso SD .....	55
Ilustración 17: Comparación de medias pareada prueba A y B1 Grupo 3 .....	55
Ilustración 18 Comparación de medias pareada prueba A y B1 Grupo 5 .....	55
Ilustración 19: Prueba de homogeneidad Prueba A y B2 curso SD.....	56
Ilustración 20: Comparación de varianzas prueba A vs prueba B2 .....	57
Ilustración 21: Comparación de medias pareada curso SD .....	57
Ilustración 22: Nivel de compromiso estudiantes con la lúdica curso Simulación Discreta.....	59
Ilustración 23: Ejemplo tabla clasificación según taxonomía de Bloom .....	72
Ilustración 24: División profesores Programa Ingeniería Industrial .....	73

## Lista de Tablas

Tabla 1 Abreviaturas para Estilos de aprendizaje .....	59
Tabla 2: Total Estilos de Aprendizaje por curso .....	60
Tabla 3: Total de estudiantes por curso.....	60
Tabla 4: Cantidad de estilos por estudiante.....	60
Tabla 5: Resultados estudiantes sensoriales que no realizaron una lúdica.....	62
Tabla 6: Resultados estudiantes sensoriales que realizaron una lúdica .....	62
Tabla 7: Resultados estudiantes visuales que no realizaron una lúdica .....	63
Tabla 8: Resultados estudiantes visuales que realizaron una lúdica .....	63
Tabla 9: Resultados estudiantes activos que no realizaron una lúdica .....	65
Tabla 10: Resultados estudiantes activos que realizaron una lúdica .....	65
Tabla 11: Resultados estudiantes secuencial que no realizaron una lúdica .....	67
Tabla 12: Resultados estudiantes secuencial que realizaron una lúdica .....	67
Tabla 13: Resultados estudiantes activo-visual que no realizaron una lúdica .....	68
Tabla 14: Resultados estudiantes activo-visual que realizaron una lúdica .....	69
Tabla 15: Resultados estudiantes sensorial-visual que no realizaron una lúdica .....	70
Tabla 16: Resultados estudiantes sensorial-visual que realizaron una lúdica .....	70

## Lista de Anexos

<b>Anexo 1. Ficha Resumen Investigación de Operaciones .....</b>	<b>80</b>
<b>Anexo 2. Pruebas de bondad y ajuste datos Investigación de Operaciones .....</b>	<b>81</b>
<b>Anexo 3. Diagramación metodología implementada Procesos Estocásticos .....</b>	<b>82</b>
<b>Anexo 4. Pruebas de bondad y ajuste datos para el curso de Procesos Estocásticos .....</b>	<b>83</b>
<b>Anexo 5. Diagramación metodología implementada curso Simulación Discreta .....</b>	<b>85</b>
<b>Anexo 6. Pruebas de bondad y ajuste datos para el curso de Simulación Discreta .....</b>	<b>86</b>
<b>Anexo 7. División para estudiantes con solo 1 estilo de aprendizaje .....</b>	<b>89</b>
<b>Anexo 8. División para estudiantes con 2 estilos de aprendizaje .....</b>	<b>90</b>
<b>Anexo 9. División para estudiantes con 3 estilos de aprendizaje .....</b>	<b>91</b>
<b>Anexo 10. División para estudiantes con 4 estilos de aprendizaje .....</b>	<b>92</b>
<b>Anexo 11. Reporte de Cambios y Ajustes .....</b>	<b>93</b>

## GLOSARIO

**CADENAS DE MARKOV:** simula la predicción del estado de un sistema en un tiempo determinado a partir de dos estados precedentes. Esto significa que la modelización no tiene en cuenta las variables explicativas y descriptivas, sino que se basa exclusivamente en el análisis de la dinámica interna del sistema.

**CURSOS:** unidad pedagógica conformada por estudiantes que se encuentran en el mismo nivel educativo.

**DISEÑO CUASIEXPERIMENTAL:** en este diseño los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, dichos grupos ya están conformados con anterioridad.

**ESTADÍSTICA INFERENCIAL:** se utiliza para probar hipótesis y estimar parámetros.

**ETAPA:** periodos en los que se divide una acción o proceso, con el fin de alcanzar un objetivo.

**ES:** educación superior

**GRUPO DE TRABAJO:** conjunto de estudiantes que desarrollan una metodología estipulada con el fin de lograr un objetivo común.

**HIPÓTESIS ALTERNATIVA:** son posibilidades diferentes o “alternas” ante las hipótesis de investigación y nula.

**HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS:** son exclusivas del enfoque cuantitativo de una investigación y representan la transformación de las hipótesis de investigación, nulas y alternativas en símbolos estadísticos.

**HIPÓTESIS NULA:** proposiciones que niegan o refutan la relación entre variables.

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN:** recurso que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables de un estudio.

**METODO DE ENSEÑANZA TRADICIONAL:** se refiere al método de enseñanza con procesos centrados en el profesor y procesos centrados en el estudiante. En algunos casos, se apoya con talleres u otras herramientas.

**MINITAB:** es un programa de computadora diseñado para ejecutar funciones estadísticas básicas y avanzadas.

**MUESTRA:** subgrupo de la población del cual se recolectan datos y debe ser representativo de dicha población.



**MUESTRAS INDEPENDIENTES:** el conjunto de observaciones de la muestra no posee relación alguna entre ellas.

**MUESTRAS PAREADAS:** el conjunto de observaciones de la muestra posee algún tipo de relación.

**NIVEL DE SIGNIFICANCIA:** es un nivel de la probabilidad de equivocarse y que fija de manera a priori el investigador.

**POBLACIÓN:** conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones.

**PRUEBA ANDERSON – DARLING:** esta prueba mide qué tan bien siguen los datos una distribución específica para un conjunto de datos y distribución en particular, mientras mejor se ajuste la distribución a los datos, menor será este estadístico.

**PRUEBA DE BONDAD Y AJUSTE:** se utilizan para contrastar si los datos de la muestra pueden considerarse que proceden de una determinada distribución o modelo de probabilidad.

**PRUEBA KOLMOGOROV – SMIRNOV:** conocida como prueba K-S, es una prueba de significación estadística para verificar si los datos de la muestra proceden de una distribución normal.

**PRUEBA PARAMÉTRICA:** pruebas estadísticas que parten de la suposición de que los datos de una muestra tienen una distribución normal.

**STAFIT:** software para ajuste de curvas y análisis estadístico de los datos de entrada y salida para la simulación

**VALOR P:** es una medición estadística entre 0 y 1. Se usa para el contraste de hipótesis.

## RESUMEN

El presente trabajo de grado, es una investigación realizada con el fin de determinar el impacto de las lúdicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje en el área de Modelamiento del Programa la Ingeniería Industrial de la Universidad Icesi. Con el objetivo de presentar ante el personal docente la importancia del uso de este tipo de didáctica lúdica, que contribuye a que el estudiante pueda aplicar y reflexionar los conceptos propios de sus cursos. Se utilizó un diseño cuasiexperimental con el fin de obtener resultados de tres diferentes cursos del área de Modelamiento: Simulación Discreta, Procesos Estocásticos e Investigación de Operaciones; a partir de la aplicación de lúdicas.

Para el desarrollo de este proyecto, los datos fueron analizados de manera cuantitativa y cualitativa, con ayuda de herramientas estadísticas y fuentes de recolección de datos respectivamente. Asimismo, al nivel individual, se identificó la relación existente entre los estilos de aprendizaje de los estudiantes y el impacto en el proceso de aprendizaje con la implementación de este tipo de actividades complementarias. Por último, se identificó el aporte de las lúdicas a los diferentes niveles de la taxonomía de Bloom.

Al finalizar la investigación se evidenció, que las lúdicas poseen un impacto en el aprendizaje del estudiante y pueden ser utilizadas según los requerimientos del curso y profesor, además de la contribución de los elementos de la lúdica a los distintos estilos de aprendizaje, al igual que, la aporte al cumplimiento de los objetivos educativos planteados por medio de la taxonomía de Bloom, a partir de la unión del método de enseñanza con las lúdicas.

**Palabras claves:** Lúdicas, Simulación Discreta, Procesos Estocásticos, Investigación de Operaciones, Actividades Complementarias, Ingeniería Industrial, Estilos de Aprendizaje, Taxonomía de Bloom.

# 1 Introducción

Los docentes y estudiantes han utilizado por varios años los métodos de enseñanza tradicionales para reproducir sus conocimientos, conceptos y teorías acerca de un tema determinado. En la actualidad, el arte de enseñar y aprender ha evolucionado, hasta tal punto que el estudiante puede construir una posición crítica sobre las nuevas temáticas y de esta manera, complementar su propio aprendizaje. Por otra parte, la Ingeniería Industrial a través de los años, ha mejorado sus herramientas y métodos con el fin de potenciar la experiencia de un cliente cada vez más exigente, por ello el Ingeniero Industrial se da a la tarea de buscar nuevas formas de ofrecer un producto o servicio que se adapte a las necesidades del mercado.

Ahora bien, la educación se considera un servicio que ha mantenido métodos de enseñanza similares a través de los años, no obstante, se observa una disminución en su nivel de efectividad. A partir de esto, surge la necesidad de buscar y evaluar aquellas alternativas que mejoren la experiencia del cliente, en este caso el estudiante, de tal manera, que logre un aprendizaje significativo en su proceso educativo. Es así como, los juegos en los últimos años han sido considerados como instrumentos efectivos, que además de generar motivación en el proceso de aprendizaje, permiten al estudiante la comprensión de conceptos mediante la experiencia, al enfrentar varios escenarios donde el estudiante puede cometer errores y reflexionar de forma inmediata en la práctica.

De esta manera, este proyecto de grado tiene como objetivo evaluar el impacto que poseen las didácticas lúdicas en el aprendizaje de los estudiantes del área de Modelamiento del Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Icesi, con el fin dar a conocer los beneficios de incorporar esta herramienta al método de enseñanza tradicional.

## **1.1 Contexto, Justificación y Formulación del Problema**

El proceso enseñanza – aprendizaje tradicional en la educación superior se basa en algunos casos, en la preparación previa de un material de estudio seguida de dudas que se pretende resolver con el docente durante una clase. Al final de una unidad, se realiza una evaluación sobre los conceptos comprendidos por el estudiante, que puede medir cuánto el estudiante recuerda y analiza, sin embargo, el nivel de conocimiento alcanzado respecto a los objetivos de estudio se conoce de manera parcial, puesto que, únicamente es medido por los resultados numéricos de la nota obtenida por medio de la evaluación.

Ahora bien, el profesor Benjamín Bloom formuló una taxonomía de dominios de aprendizaje o también llama taxonomía de Bloom, cuyo fin es clasificar conocimientos adquiridos relacionados con los objetivos de aprendizaje en tres actividades educativas: cognitiva, afectiva y psicomotora. En la primera actividad, que es la cognitiva, existen 6 niveles ordenados de manera jerárquica que se conectan con los objetivos del educativos en el aula de clases.

Por otra parte, es importante resaltar que no en todos los casos se aprende de la misma manera, existen distintos estilos de aprendizaje que influyen al momento de entender, comprender, analizar y apropiar los conceptos estudiados, debido a que en ciertas situaciones se aprende y se entiende más al generar experiencias, producto de relacionar los conceptos con actividades que involucran al estudiante y que al mismo tiempo le permite interactuar de manera activa en una situación-problema.

Por lo anterior, surge la necesidad de un espacio apropiado para la interacción del estudiante con un entorno de variables controladas, que generen una motivación por el logro de una meta y el alcance de un objetivo trazado; y a su vez cumpla con los objetivos formativos. Es así, como se explora nuevas actividades que apoyen los métodos de enseñanza tradicionales, entre ellas la gamificación, una técnica que surge con el objetivo de lograr mayor motivación e interés por parte del

estudiante de diversas formas, con el fin de cumplir de una mejor manera los objetivos del aprendizaje. Esta técnica se divide en tres tipos de herramientas con un mismo objetivo, pero diferente metodología aplicativa que son: TIC'S, juegos y lúdicas.

Esta investigación se desarrolla en torno las lúdicas, que se refiere a un juego de roles donde el individuo toma una actitud determinada por una situación que, a su vez, se crea por medio de la interacción con un ambiente o contexto presentado, al mismo tiempo, genera experiencias mediante una participación activa. Dicho espacio se considera un micromundo, este término fue acuñado por el investigador Seymour Papert y se refiere a los escenarios donde se puede recrear cualquier clase de sistema a pequeña escala (Senge, P. M., et al., 2006). En conjunto, estos términos propician un ambiente estimulante para el estudiante, que puede generar un impacto significativo aprendizaje.

De esta manera, la carrera de Ingeniería Industrial es una buena opción para probar la eficacia de las estrategias didácticas ya mencionadas. Se puede enfatizar en una interacción continua con el ambiente y que le permita al profesional transformar lo aprendido en acciones o actividades, donde los recursos físicos, económicos, humanos entre otros, son el factor clave para el alcance de las metas. Además, de desarrollar una visión sistemática, donde todos los elementos se relacionan y una acción mal planeada repercute de una manera positiva o negativa en todo el proceso.

Ahora bien, evaluar si las lúdicas, tienen un impacto en los objetivos de aprendizaje para el Ingeniero Industrial, es una situación problema fundamental para los actores del proceso enseñanza – aprendizaje, que desean tener una herramienta de apoyo respecto a la aplicación de la teoría estudiada en el aula de clases. La Universidad Icesi, posee un número conocido de lúdicas para los diferentes cursos dentro de la malla curricular del Programa de Ingeniería Industrial, sin embargo, la mayoría de los agentes involucrados desconocen su existencia y su funcionalidad para cumplir los objetivos específicos y terminales de los cursos.

Por lo anterior, con este proyecto de grado se quiere evaluar de manera experimental el impacto sobre los objetivos específicos y terminales de cursos del área de Modelamiento del Programa de Ingeniería Industrial, a través de la implementación de lúdicas. Además, identificar la relación con los estilos de aprendizaje del modelo Felder y Silverman; y su aporte a los niveles de la taxonomía de Bloom.

## **2 Objetivos**

### **2.1 Objetivo del Proyecto**

Fortalecer el proceso de enseñanza – aprendizaje determinando el nivel de progreso en el rendimiento académico con el uso de didácticas lúdicas como actividades complementarias, evaluando el logro de objetivos terminales y específicos de los cursos asociados al área de Modelamiento del Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Icesi.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Identificar la relación entre las lúdicas actuales con los objetivos terminales y específicos de los cursos del área de estudio.
- Encontrar evidencias de mejora de desempeños a través del uso de didácticas complementarias.
- Relacionar los resultados experimentales tanto con los estilos de aprendizaje de los estudiantes como con los niveles de Taxonomía de Bloom de las lúdicas.
- Generar reflexión con los profesores del Programa de Ingeniería Industrial, sobre el impacto en el proceso de enseñanza – aprendizaje con el uso de didácticas lúdicas.

### **ENTREGABLES**

- Listado del inventario de lúdicas del Programa de Ingeniería Industrial, clasificado y documentado de acuerdo con los objetivos terminales y específicos de los cursos relacionados con el área de Modelamiento.
- Diagramación del diseño de experimento y documento de medición para cuantificar el impacto de aprendizaje logrado con la aplicación de lúdicas.
- Tabulación de la categorización de las lúdicas según estilos de aprendizaje y niveles de la taxonomía de dominios.
- Presentación interactiva enviada a los profesores del Programa de Ingeniería Industrial, con la tabulación y gráficas de los resultados inferidos en el experimento.

### **3 Marco de Referencia**

Primero, se explican los conceptos básicos acerca de gamificación, lúdicas, micromundo, estilos de aprendizaje y taxonomía de Bloom; con el fin de tener una base conceptual clara para el desarrollo del proyecto. Luego, se exponen estudios y trabajos similares, con el objetivo de referenciar el contexto en el que participa la investigación. Al final, se expone el impacto y contribución de este trabajo experimental.

#### **3.1 Marco Teórico**

Como se mencionó antes, existe una oportunidad de mejorar el método de enseñanza, usualmente usado, mediante la incorporación de herramientas de apoyo, con el fin de generar espacios interactivos donde el estudiante se confronte con situaciones a pequeña escala y tome decisiones de acuerdo con las necesidades o problemas que afronte. De esta manera, se busca un factor que motive al estudiante en su proceso de aprendizaje normal, al tiempo de desarrollar aptitudes y habilidades en el mismo.

Ahora bien, es importante entender cómo funciona y lo actores involucrados en el proceso de aprendizaje. De esta manera, es relevante definir términos como la enseñanza, aprendizaje y estrategia didáctica. El primer concepto, enseñanza, se define como “un proceso donde participan agentes como el docente (quien enseña), estudiante (quien aprende), contexto y currículum” (López & Mejía, 2017), a su vez la enseñanza depende del término aprendizaje, que es un “proceso de adquisición de conocimientos, habilidades, valores y actitudes mediante la experiencia” (Pérez Porto & Gardey, 2008). La relación que existe entre ellos es estrecha, debido a que el aprendizaje es una parte fundamental de la enseñanza, debido a que le permite al docente generar nuevas herramientas para desarrollar un objetivo específico planteado (López & Mejía, 2017).

Por otra parte, un factor importante en el proceso de enseñanza – aprendizaje es la motivación del estudiante por aprender, por ello, a partir de la necesidad



mencionada anteriormente, surge el “*Game Based Learning* (GBL por sus siglas en inglés) o gamificación, cuyo objetivo es el uso del juego con el fin de mejorar la enseñanza, el aprendizaje, la valoración y evaluación” (Connolly, Stansfield, & Hainey, 2007).

Otra definición para el término gamificación dado por los profesores de la Universidad de Columbia Joey J. Lee y Jessica Hammer, es “el uso de la mecánica del juego, dinámica y los marcos para promover comportamientos deseados” (Lee & Hammer, 2011), lo anterior, en contextos de no juego. Al fusionar las definiciones anteriores, se puede crear un significado más amplio y completo para el término gamificación, por lo tanto, será una técnica que, a partir de la mecánica de juego y el uso de actividades dinámicas, generan un interés en el estudiante que permite desarrollar en él los comportamientos, en este caso académicos, deseados por el programa académico en la ES.

Sin embargo, el origen de este término es incierto, por ejemplo, en algunos textos se hace referencia a que en el mundo de los negocios se apropió el término y en ese contexto se comenzó a utilizar la palabra de forma reiterada (Alejaldre & García, 2014); en otros, el origen para esta palabra se le atribuye a Nick Pelling, un programador y desarrollador de videojuegos quien ya utilizaba el término desde el año 2002, sin embargo, no fue sino hasta 2010 que tomó fuerza (Díaz, 2017). Si bien, se desconoce de manera precisa cuando nació este término, se tiene claro que representa una herramienta para mejorar la calidad del aprendizaje.

A su vez, la gamificación posee diferentes medios para lograr su objetivo como las tecnologías de información y comunicación (TIC'S), video juegos (juegos serios) y las lúdicas. Cada una orientada al apoyo del aprendizaje, pero con un desarrollo y herramientas distintas. Sin embargo, en este estudio se evalúa el impacto de la lúdica como herramienta adicional al método de enseñanza tradicional.

A partir de lo anterior, para este proyecto se incluyen dos definiciones importantes: lúdica y micromundo. Este último término, se refiere a los “escenarios donde se puede recrear cualquier clase de sistema a pequeña escala” (López & Mejía, 2014),

así se puede observar las relaciones entre los actores que participan en un sistema y los factores que influyen en él. Mientras, la lúdica se define como el conjunto actitudes frente a un situación determinada (López & Mejía, 2017), por esto, algunos autores hace referencia a ella como “una dimensión del desarrollo de los individuos, siendo parte constitutiva del ser humano” (López & Mejía, 2014). A partir de esto, la lúdica será la interacción del estudiante frente a una situación – problema, que emplea materiales y herramientas que apoyan la creación de micromundos.

De esta manera, el estudiante interactúa con un ambiente sujeto a restricciones y necesidades, además, como toda actividad didáctica se busca llegar a una meta con el fin de obtener una ventaja competitiva frente a otros. Así se cumple con uno de los objetivos de la gamificación y se genera un interés en el estudiante frente al tema de estudio. Asimismo, la utilización de roles implica la interacción entre todos los participantes de la lúdica y que se tomen decisiones en conjunto, que genere una retroalimentación conjunta inmediata y completa.

Ahora, si bien la lúdica es una herramienta de apoyo útil para el proceso de aprendizaje, que puede ayudar al estudiante a comprender de mejor manera la teoría explicada en clase, se debe tener en cuenta que no todos los estudiantes aprenden de la misma manera y cada persona reacciona diferente a los estímulos de su entorno. Por lo cual, es necesario una nueva definición conocida como los estilos de aprendizaje, que se definen como “las condiciones educativas bajo las cuales un estudiante es más probable que aprenda” (Corbin, 2016) como el estudiante prefiere aprender y le es más fácil.

Aunque varios autores poseen diferentes categorizaciones para la forma en la que aprenden los estudiantes, en este proyecto, se tiene en cuenta el modelo propuesto por Felder y Silverman en 1988, donde “proponen un modelo de enseñanza que clasifica los métodos instruccionales de acuerdo a cuan bien direccionan los componentes del estilo de aprendizaje propuesto” (Durán & Costaguta, 2007). En su primera versión, se consideró cinco dimensiones de análisis: percepción, entrada, procesamiento, comprensión y organización, que a su vez contenían los

estilos de aprendizaje: sensorial e intuitivo, visual y auditivo, activo y reflexivo, secuencial y global, inductivo y deductivo; respectivamente. Sin embargo, para la versión dos se realizó dos cambios significativos, el primero consistía en eliminar la última dimensión, debido a que, se presentaba una preferencia hacia un solo tipo de estilo, lo que podía sesgar el método de enseñanza de la misma y el segundo, el cambio del estilo visual/auditivo por visual/verbal, debido a que lo verbal incluía las formas de transmisión de información hablada y escrita (Felder & Silverman, 2002).

Antes, se explicó que la lúdica genera un espacio interactivo grupal que le permite al estudiante, tomar decisiones en conjunto para lograr una meta u objetivo en común. Lo anterior, se relaciona el estilo de aprendizaje activo, donde el estudiante posee mayor afinidad al trabajar con otros, explicar y sacar sus propias conclusiones. La lúdica, utiliza un micromundo apoyado de herramientas visuales por medio de las cuales, genera ese factor lúdico y de atención; este tipo de instrumentos son excelentes estímulos para las personas con un estilo de aprendizaje visual. Asimismo, algunos estudiantes tienen mayor facilidad de aprender, cuando son concretos, prácticos, orientados al logro y procedimientos, este tipo se conoce como sensorial.

Por otra parte, para medir el impacto en el conocimiento del estudiante es necesario utilizar una herramienta, que permita identificar con facilidad el nivel cognitivo alcanzado por el estudiante. Es así, como en los años 50s el profesor Benjamín Bloom, desarrolla la Taxonomía de Dominios de Aprendizaje o más conocida como Taxonomía de Bloom, con el objetivo de clasificar los conocimientos del estudiante en tres actividades educativas: cognitiva, afectiva y psicomotora. Sin embargo, el solo desarrollaría las dos primeras actividades, más adelante, otros autores indagarían la última.

Es importante destacar, que en este estudio se enfatiza en el área cognitiva, debido a que, recibe mayor interés por parte de la ES. Esta área, posee 6 niveles que clasifican los conocimientos adquiridos por el estudiante, entre estos niveles existe

una relación de dependencia frente al predecesor, lo que significa, que para alcanzar el más alto nivel de conocimiento es necesario superar los anteriores. De esta manera, los niveles establecidos en un comienzo por Bloom fueron: conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, sintetizar y evaluar; en cada uno existen verbos guía para el profesor, que le permitían plantear objetivos y actividades para cada nivel. Sin embargo, en el año 2001 se realizó un cambio por los profesores Anderson (estudiante de Bloom) y Krathwohl, que consistió en que el nombre de los niveles se debería escribir en forma de verbo, además de la incorporación de más verbos guía para cada nivel. Por lo tanto, los nuevos niveles son: recordar, comprender, aplicar, analizar, evaluar y crear.

Por lo anterior, el estudiante primero “reconoce y trae a la memoria información relevante” (recordar), en el momento que el individuo posea los conceptos necesarios, debe estar en capacidad de interpretar su significado a partir de lecturas o textos (comprender). Posterior a esto, debe aplicarlos en una situación planteada y a partir de ella, obtener nuevos conocimientos que pueda comparar con los ya adquiridos; y así lograr encontrar las relaciones existentes entre ellos (analizar). Luego, el estudiante debe estar en capacidad de evaluar de manera crítica lo aprendido y crear un nuevo conocimiento.

### **3.2 Antecedentes**

La falta de motivación es uno de los problemas más grandes que presentan los estudiantes en la actualidad, generado por un modelo de enseñanza repetitivo o mecánico. Lo anterior, creó un desafío para el docente moderno, debido a que debe proponer estrategias diferentes a las tradicionales, para lograr cumplir con los objetivos de aprendizaje. Además, al ser el modelo tradicional mecánico, múltiples estudios realizados demuestran que los estudiantes ahora valoran más la obtención del título que el desarrollo de competencias y habilidades (Sánchez Carmona, Robles, & Pons, 2017). A partir de esto, surgen los GBL o gamificación que tienen como fin mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, no obstante, se hizo

necesario conocer que tan efectivos pueden llegar a ser como herramientas de apoyo en la enseñanza y que impacto tienen en el aprendizaje del estudiante.

Es así como, en los últimos años diversas instituciones de educación superior, se han interesado en comprobar la efectividad de la gamificación como herramienta de apoyo del aprendizaje. Por ejemplo, en la Pontificia Universidad Javeriana en el año 2018, se realizó una aplicación móvil para apoyar el proceso de enseñanza de la materia de Optimización de Procesos para los estudiantes de Ingeniería Industrial; la aplicación desarrolla un “videojuego con fines educativos para el estudio de la materia [...] Se encuentra ambientado en una historia, la cual se centra en el personaje de usuario el cual debe resolver una serie de problemas en diferentes empresas aplicando los conocimientos de la materia” (Velasco et al., 2018). Al final, los resultados de obtenidos a partir de la implementación del videojuego son positivos, se resalta que los estudiantes presentan mayor interés por este tipo de herramienta debido a que, le ofrece una retroalimentación al instante y les permite salir del esquema tradicional de lápiz y papel. Además, establece que un factor de éxito para este tipo de herramientas es el apoyo e interés del docente por aplicar este tipo de estrategias.

Ahora bien, el anterior caso hace referencia a dos de las metodologías de gamificación: TIC'S y video juegos. Sin embargo, este estudio como, se mencionó antes, se enfoca en la efectividad de las lúdicas como herramienta de apoyo, no obstante, es importante reconocer que, a pesar de ser diferentes en su metodología y recursos de apoyo, pueden obtener resultados similares positivos para la situación problema planteada en este trabajo.

Por otra parte, en los últimos años se observa un interés mayor por las lúdicas aplicadas y su impacto en el proceso de enseñanza y aprendizaje, producto de esto, son los artículos publicados por estudiantes y docentes universitarios, que exponen de diversas maneras lo resultados obtenidos a partir de complementar el método de enseñanza tradicional con lúdicas.

Por ejemplo, en Colombia la Universidad de Córdoba en el año 2010 realizó un estudio con el fin de determinar si las lúdicas tenían un impacto efectivo en el rendimiento académico de los estudiantes en el curso de organización y métodos II (Montes, Hernández, López, & Chica, 2010). Para el desarrollo del experimento, primero se recreó un proceso productivo a pequeña escala (micromundo), con variables como: tiempo, recursos y la participación de los estudiantes. Su aplicación fue realizada en un grupo después de una clase tradicional, al tiempo que otra muestra de estudiantes, en igualdad de condiciones, realizó la clase y un taller complementario; en ambos casos, se realizaba una evaluación antes y después del experimento. Al final, para determinar el impacto en el aprendizaje se realizó un análisis estadístico para comprobar si existían diferencias significativas en las medias de las evaluaciones realizadas después de aplicar la lúdica y el taller, los resultados fueron positivos debido a que se encontró que, existían diferencias significativas entre ellas, debido a que la lúdica generaba un mayor impacto en el aprendizaje del estudiante.

Del estudio anterior, se debe destacar que la evaluación realizada antes y después del experimento, como instrumento de medición debía cumplir con requisitos de validez y confiabilidad (Hernandez, Fernández, & Baptista, 2004). Para verificar el primer aspecto, los investigadores recurren a la opinión de profesores afines a los temas contenidos en la evaluación, para posibles recomendaciones y correcciones. Respecto a la confiabilidad, se empleó el método de mitades pareadas (Hernandez et al., 2004) con el fin de que la evaluación fuera equivalente en la distribución de sus preguntas.

Asimismo, en el año 2014 la Universidad Tecnológica de Pereira, en colaboración con el grupo de enseñanza de investigación de operaciones (GEIO) conformado por estudiantes de la institución, realizaron un experimento con el curso de ingeniería de métodos. Su metodología difiere del anterior caso, debido a que los investigadores realizaron tres lúdicas alineadas con los objetivos del curso, durante un semestre y al final, con ayuda del docente, se solicitó la elaboración de un ensayo

sobre las experiencias con las lúdicas y su opinión frente al aporte de ellas. Su instrumento de medición, fue cualitativo y se denomina Teoría Fundamentada, que es un método de investigación, que tiene el objetivo de obtener diagnósticos aproximados a la realidad de la situación (López & Mejía, 2014). Al final, frente a los resultados, los autores concluyen que por medio de la lúdica se logró una mejor apropiación de conceptos relacionados con el curso, que permite un impacto significativo en el aprendizaje del estudiante, además, destacan que genera un mayor interés y entusiasmo en el estudiante. Sin embargo, se recomienda realizar un estudio cuantitativo para garantizar los resultados obtenidos, adicional a esto, expresan la importancia de que los docentes se involucren en este proceso.

Más adelante, en el año 2017 la Universidad Católica de Pereira publica un artículo llamado “Una mirada a las estrategias y técnicas didácticas en la educación en ingeniería”. Caso Ingeniería Industrial en Colombia (López & Mejía, 2017), donde se analiza el impacto en el desempeño de un Ingeniero Industrial en formación con estrategias didácticas, entre ellas la lúdica, en dos áreas de la disciplina: Control de calidad e Investigación en las operaciones, con el fin de identificar aquellas técnicas que generen un impacto en el aprendizaje. En este caso, no se realiza un diseño y aplicación de lúdicas, sin embargo, se hace una revisión bibliográfica sobre autores que han observado aspectos positivos en la implementación de este tipo de estrategias didácticas. Al final, los autores concluyen que la lúdica permite una participación activa del estudiante, frente a otro tipo de estrategias, además de tener buenas retroalimentaciones verbales frente a lo que se aplicó. Sin embargo, no hacen una evaluación más avanzada acerca del nivel de conocimiento alcanzado.

En conclusión, existen estudios similares al planteado en este trabajo respecto a la aplicación de lúdicas con herramienta de apoyo y la implementación de instrumentos de medición. Sin embargo, no hay estudios que relacionen este tipo de herramientas con la manera en la que los estudiantes aprenden (estilos de aprendizaje). De igual forma, no se encuentra estudios o bibliografía acerca de la

Taxonomía de Bloom como instrumento de evaluación para las lúdicas, por lo tanto, es una oportunidad para el desarrollo del trabajo.

### **3.3 Contribución Intelectual o Impacto del Proyecto**

Con la realización de este proyecto se evaluó, en primer lugar, de forma cuantitativa y cualitativa el impacto en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la aplicación de lúdicas como herramienta de apoyo complementaria. Asimismo, se analizó la relación de los resultados obtenidos respecto a los estilos de aprendizaje, con el fin de determinar si el desarrollo de las lúdicas impacta en un grado mayor o menor según la manera en la que aprende el estudiante. Finalmente, se indagó el aporte de las lúdicas en el cumplimiento de los objetivos educativos, por medio de la taxonomía de Bloom.

De esta forma, se obtuvo que las lúdicas ofrecen un espacio de interacción y aprendizaje ameno para el profesor y los estudiantes; siendo una herramienta que, al aplicarse de forma planeada y correcta, contribuye a la clarificación y apropiación de los conceptos estudiados por el método de enseñanza tradicional, además de generar un interés significativo en el estudiante por aprender y tener un mayor grado de compromiso en su proceso de aprendizaje, debido a que, se enfrenta a una situación dentro de un contexto a pequeña escala donde participa en el desarrollo de problemas de la Ingeniería Industrial.

Por lo anterior, al medir el impacto en el área de modelamiento en el Programa de Ingeniería Industrial por medio de este proyecto de grado y sus resultados, se pretendía tener un soporte de información válido para exponer ante los profesores del Programa de Ingeniería Industrial la importancia del uso de las lúdicas, y que un 25% muestre interés por incluir este tipo de actividad complementaria en su método de enseñanza, de esta manera, generar un nuevo enfoque curricular y de formación.



## **4 Metodología**

Este proyecto de grado utilizó un diseño experimental, debido a que, los datos recolectados procedían de grupos experimentales que no fueron establecidos de forma aleatoria, por el contrario, ya se encontraban determinados al inicio del semestre de clases. A partir de los resultados cuantitativos se buscaba evaluar el impacto de las lúdicas como herramienta de apoyo en el aprendizaje de los estudiantes del área de Modelamiento del Programa de Ingeniería Industrial.

Cabe aclarar que, en la parte metodológica de la investigación, también se buscó relacionar los diferentes estilos de aprendizaje de los estudiantes con los elementos de las lúdicas y el aporte en la enseñanza para el curso. Asimismo, el impacto de las lúdicas en los niveles de la taxonomía de Bloom.

Con este orden de ideas, se tuvo en cuenta diferentes actividades clasificadas en las siguientes etapas:

### **4.1 Clasificación de lúdicas:**

En la Universidad Icesi, al interior de las bases de datos del Programa de Ingeniería Industrial, se encontró 23 lúdicas documentadas que fueron utilizadas durante esta investigación, de igual manera se indagó sobre el uso y reconocimiento de estas por parte de los profesores. Por ello, se requería lo siguiente:

- I. Identificar la relación de las lúdicas de acuerdo con los objetivos terminales y específicos de los cursos del área de Modelamiento.
- II. Registrar los resultados en una matriz de relaciones
- III. Validar el diseño y coherencia de las relaciones encontradas.
- IV. Encuesta a los profesores del Programa sobre el uso de las lúdicas inventariadas
- V. Tabulación y análisis de resultados.

## **4.2 Diseño y aplicación del experimento:**

En esta etapa se realizó los siguientes pasos:

- I. Seleccionar los cursos y lúdicas participantes en el experimento, a partir de los resultados obtenidos en la etapa de clasificación de lúdicas.
- II. Revisar la alineación de los objetivos terminales y específicos de los cursos con los de las lúdicas.
- III. Aplicación de la prueba de estilos de aprendizaje a la población de estudiantes escogida.
- IV. Establecer los instantes de tiempos donde se realizaría la lúdica e instrumentos de medición.
- V. Aplicación prueba de contraste A.
- VI. Aplicación lúdica respectiva.
- VII. Aplicación prueba de contraste B.
- VIII. Consolidación y elección de muestra de datos.
- IX. Encuestas a los estudiantes participantes sobre su experiencia con las lúdicas realizadas.

## **4.3 Análisis y clasificación de resultados**

En primer lugar, se analizaron los datos de forma cuantitativa y cualitativa, por medio de herramientas estadísticas y de recolección de datos, posteriormente se identificó y analizó la relación con los estilos de aprendizaje y taxonomía de Bloom. En ese orden, algunas de las actividades realizadas fueron:

- I. Recolección de datos por curso.
- II. Análisis cuantitativo y cualitativo de los resultados.

Para análisis por estilos de aprendizaje:

- III. Totalizar los estilos de aprendizaje de la población de estudio del experimento.
- IV. Buscar la relación de los resultados obtenidos por medio de las pruebas de contraste, con los estilos de aprendizaje encontrados.
- V. Analizar la relación existente entre la aplicación de la lúdica y la manera de aprender del estudiante.

Por otra parte, para la clasificación por medio de taxonomía de Bloom se realizó:

- I. Identificación de la relación de las experiencias obtenidas por medio de las lúdicas y los niveles de taxonomía de Bloom.
- II. Documentación de las relaciones encontradas.
- III. Discusión sobre lo observado como experimentadores en las diferentes lúdicas aplicadas.

#### **4.4 Presentación de resultados a los profesores del Programa de Ingeniería Industrial.**

- I. Encuesta de reconocimiento de lúdicas inventariadas.
- II. Creación de material audiovisual a partir de los resultados obtenidos en el experimento.

## 5 Resultados

Para el desarrollo de los resultados, se menciona en primera instancia el nombre del objetivo correspondiente, seguido de una descripción de cada una de las actividades realizadas para cumplirlo, al igual que su desarrollo.

### 5.1 Objetivo 1: Identificar la relación entre las lúdicas actuales con los objetivos terminales y específicos de los cursos del área de estudio.

Para el desarrollo de este objetivo, en un inicio se realizó una revisión a las lúdicas inventariadas que tiene el Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Icesi y las cuales algunas son usadas en las materias curriculares. Lo anterior, con el fin de relacionar los objetivos terminales y específicos del programa con los objetivos específicos de las lúdicas y verificar si existía algún tipo de relación, esto con el propósito de mostrar que las lúdicas se adaptaban a lo que el profesor espera mostrar en su clase; en la Ilustración 1 se muestra un recorte de la matriz de relaciones que se puede ver a detalle en el *Anexo Electrónico: Matriz de Relaciones*.

INFORMACIÓN RELACIONADA CON LA LÚDICA				
N°	Nombre de la lúdica	Cursos Relacionados	Marco teórico	Objetivos de las lúdicas
21	Quesos y Yogures	Investigación de Operaciones	- Programación Lineal- Pr	- Lograr identificar a través de la lúdica, el método correcto a utilizar para la solución de problemas como el que aquí se simula. - Establecer condiciones que ayuden al usuario a detectar la distribución de planta acertada. - Interpretar y evaluar los resultados obtenidos.
22	Sistema de automatización de la banda transportadora	Investigación de Operaciones	Automatización Industrial	- Entender a profundidad los detalles del sistema de automatización de la banda transportadora en su funcionamiento, diseño y construcción. - Diseñar una práctica de laboratorio que haga uso de la anda transportadora y algún otro elemento del laboratorio de Ingeniería Industrial, teniendo en cuenta la automatización industrial en todo momento

**Ilustración 1: Ejemplo matriz de relaciones objetivos lúdicas/cursos**

Se debe destacar que, con la elaboración de la matriz de relaciones se evidenció que, para el área de Modelamiento la cantidad de lúdicas era menor en comparación con otras debido a que, de las 22 lúdicas inventariadas solo 4 pertenecían al área de Modelamiento mientras que 18 eran parte del área de Gestión de Operaciones, estas cifras tendrían un impacto durante el experimento en etapas posteriores.

Por otra parte, a partir de los resultados se escogieron los cursos para la realización del proyecto, en este caso se seleccionaron: Investigación de Operaciones (IO), Procesos Estocásticos (PE) y Simulación Discreta (SD); después de esto, se inició la discusión acerca de las herramientas de medición correspondientes y el desarrollo del experimento a realizar. Finalmente, se citó a cada uno de los profesores para explicar la metodología y la intención del proyecto, además de crear acuerdos o modificaciones sobre las lúdicas, a partir de los requerimientos y propósitos del profesor.

Ahora bien, respecto a los instrumentos de medición se realizó una prueba de estilos de aprendizaje y dos pruebas de contraste, en el siguiente orden:

- 1. Prueba de estilo de aprendizaje:** Esta prueba se realizó con el objetivo de determinar el estilo de aprendizaje de cada estudiante participante en el proyecto. Se utilizó el cuestionario de Felder y Silverman que consistía, en una serie de 44 preguntas que al ser respondidas por el estudiante clasifica las preferencias de estilos de aprendizaje en las 4 dimensiones: sensorial o intuitiva, visual o verbal, activo o reflexivo, secuencial o global.
- 2. Prueba de contraste A:** O prueba diagnóstica, se realizó con el fin de determinar el estado actual del estudiante respecto a los objetivos específicos a los que apunta el profesor y la lúdica, en este caso el estudiante en este punto tiene un conocimiento básico sobre los temas tratar.
- 3. Prueba de contraste B:** Este examen se realizó con el objetivo de evaluar la situación del estudiante después de la clase por parte del profesor o la aplicación de la lúdica acompañada con las clases magistrales relacionadas al objetivo específico del curso.

En el caso de las pruebas de contraste, como su nombre lo indica se aplicaron con el objetivo de tener una situación del estudiante antes y después de realizar la lúdica, con el objetivo de realizar una comparación entre los dos estados y relacionarlos con los estilos de aprendizaje.

## **5.2 Objetivo 2: Obtener resultados de las didácticas complementadas con lúdicas, aplicadas a cursos del área de Modelamiento.**

Lo primero que se hizo, fue determinar los estilos de aprendizaje de los estudiantes de los cursos seleccionados, como se mencionó, para esto se utilizó el cuestionario de Felder-Silverman. La aplicación de esta prueba se realizó en la primera semana de clase en los cursos de Investigación de Operaciones y Procesos Estocásticos, mientras que en el curso de Simulación Discreta se aplicó en la segunda semana de clase, con el fin de obtener los resultados antes de comenzar el desarrollo de la lúdica en cada curso, los resultados se observan a detalle en el *Anexo electrónico: EstilosdeAprendizaje*.

Por otra parte, para la aplicación de las lúdicas y el progreso de éstas, en cada curso se definieron diferentes acuerdos con los profesores sobre la metodología a implementar, por ello, cada curso contó con 3 etapas con diversas actividades que aportan al objetivo planteado. En general, en la etapa 1 se realizó la planeación de la metodología y lúdicas para el curso, así como la aplicación de la prueba de contraste A, en la etapa 2, se explicó el desarrollo de la lúdica correspondiente, por último, durante la etapa 3 consistió en las actividades realizadas después de la aplicación del lúdica, además de los resultados obtenidos a partir del experimento realizados, con su respectivo análisis cualitativo y cuantitativo. Las diferentes metodologías implementadas por curso se explican a continuación.

### **5.2.1 Investigación de Operaciones:**

En la Ilustración 2 se muestra de forma gráfica la metodología implementada para el curso, de manera general. Posteriormente, se explora en detalle cada etapa.

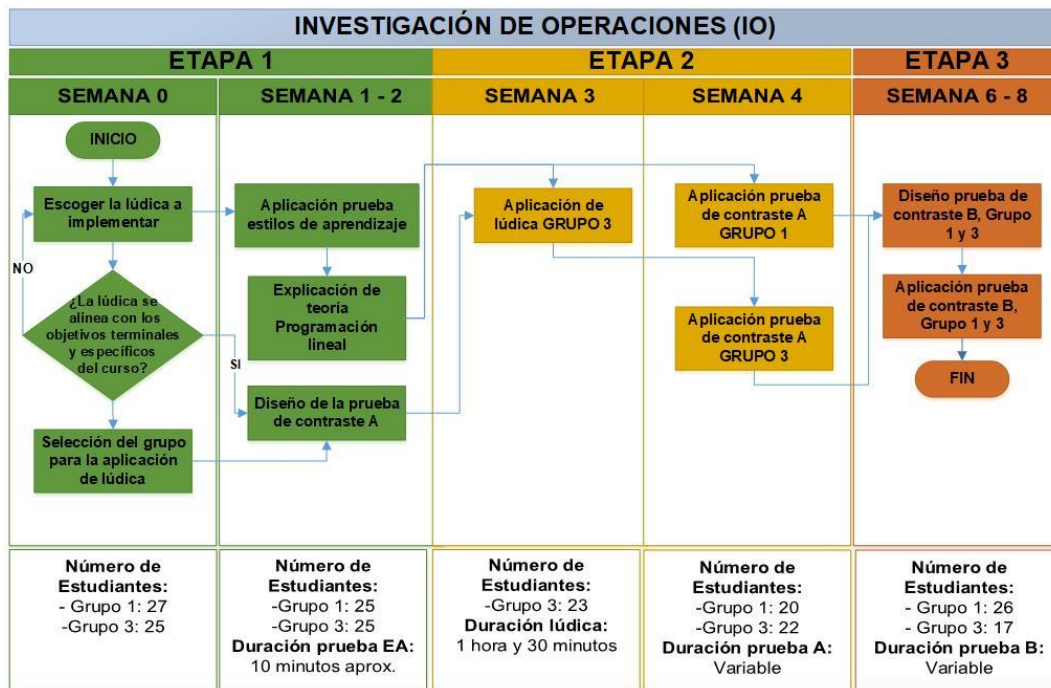


Ilustración 2: Diagramación método implementado en el curso Investigación de Operaciones

### Etapa 1:

A partir de las reuniones preliminares y disposiciones del profesor, se decidió en conjunto que se utilizaría la lúdica llamada *“Planificación y Optimización de Operaciones”* que en el momento no se encontraba en el inventario de lúdicas del Programa del Ingeniería Industrial; la lúdica está relacionada con el objetivo específico de la Unidad 2: Fundamentos y aplicaciones de la programación lineal (PL) donde el estudiante debe tener la capacidad identificar los elementos conducentes al planteamiento de PL, al igual que formular y comprender modelos abstractos de PL. Además, se determinó que en el experimento participarían dos grupos, donde el grupo 1 tendría solo clase magistral, mientras el grupo 3 tendría la aplicación de la lúdica más la clase magistral; de igual forma se determinó el día y hora de aplicación de las pruebas de contraste y de la lúdica.

Luego de realizar estos acuerdos, se procedió a diseñar la prueba de contraste A (*Esta prueba se puede observar a detalle en la carpeta Anexos: Prueba A Investigación de Operaciones*) que logrará adaptarse a lo esperado por el profesor

de acuerdo con los objetivos escogidos; por ello se planteó para el grupo 1 un ejercicio de PL con características y elementos similares a la lúdica, y a partir de este se realizó una serie de preguntas relacionadas con el ejercicio, mientras que para el grupo 3 se realizaría las mismas preguntas, pero con base en la lúdica y el modelo desarrollado.

## ***Etapa 2:***

### **Grupo 1**

Para este grupo, se realizó la prueba de contraste A el día martes de la semana 4 de clase, se contó con la participación de 27 estudiantes y duración del examen fue de 30 minutos aproximadamente.

### **Grupo 3**

La aplicación de la lúdica se realizó el día miércoles de la semana 3 de clase, se contó con la presencia de 23 estudiantes y el apoyo del profesor encargado del curso. Se conformó 5 grupos de 4 estudiantes y 1 de 3 estudiantes, la duración fue de una hora y media aproximadamente; en este caso, el contexto de la lúdica fue una empresa de producción automotriz con dos productos denominados *minicar* y *bigcar*, cada uno sujeto a restricciones de tiempo, materiales y demanda; que debía ser percibido por el estudiante durante el desarrollo de la lúdica, con el objetivo de formular el modelo de PL a partir de los datos recolectados durante 3 rondas.

Durante el desarrollo de la lúdica, se observó una participación activa por parte de los estudiantes, con preguntas y aportes durante el proceso, al finalizar el ejercicio se procedió a realizar el modelo de PL con los datos tomados y hacer conclusiones acerca de lo obtenido, esta actividad tuvo una duración de 30 minutos aproximadamente. Por último, se realizó las preguntas correspondientes a la prueba de contraste A, en este caso por falta de tiempo la prueba fue enviada vía correo electrónico y de manera grupal, por una falla en la comunicación experimentador-profesor, este factor se tuvo en cuenta en el momento del análisis de resultados.



### ***Etapa 3:***

Durante el desarrollo de esta etapa, se diseñó la prueba de contraste B (*Ver anexo electrónico: Prueba B Investigación de Operaciones*), con la ayuda del profesor encargado, sin embargo, la aplicación de la prueba no fue durante el horario de clase debido a que, el desarrollo de esta interfería con el avance del curso y en conjunto acuerdo con el profesor, se decidió enviar la prueba como tarea y establecer el plazo de una semana para su entrega.

Ahora bien, para el experimento se determinaron factores controlables y no controlables, en este caso, en un inicio se tuvo en cuenta que los factores controlables serían: la metodología de enseñanza debido a que, ambos cursos estaban bajo la guía de un de un mismo profesor, de igual manera, la duración de los instrumentos de medición y su validez; esto último debido a que, el profesor comprobaba que cada prueba se ajustará al objetivo, al igual que, cuál sería la duración adecuada. Mientras que, los factores no controlables considerados fueron: la asistencia a clase de los estudiantes durante las diferentes etapas del experimento, la actitud de estudiante al resolver la prueba de manera individual y los conocimientos previos a la prueba A.

A partir de los factores no controlables se estableció medidas como: el anuncio por parte del profesor acerca de las actividades a realizar en los diferentes espacios, un control y observación constante de los estudiantes durante la aplicación de los instrumentos de medición, además de utilizar lecturas previas o explicaciones introductorias por parte del profesor sobre el tema del objetivo a desarrollar con el experimento. Lo anterior, con el fin de disminuir el aporte al error experimental de estos factores.

Sin embargo, como se mencionó para la prueba de contraste A en el caso del grupo 3, por limitaciones de tiempo se decidió enviar la prueba como tarea y de manera grupal, por ello los datos recolectados no son concluyentes y su comparación con el grupo 1 no se pudo realizar; otra situación que aportó de manera significativa al

mal desarrollo del experimento, fue la aplicación de la prueba de contraste B, debido a que al igual que la prueba A del grupo 3, se decidió enviar como tarea.

En este caso, se recolectó datos de 52 estudiantes en total, 27 del grupo 1 y 25 del grupo 3 (*Ver Carpeta Anexos: archivo DatosInvOperaciones*). Con la ayuda de dos filtros se determinó la muestra de datos a analizar, el primero fue con el objetivo de validar si el estudiante había realizado todos los instrumentos de medición del experimento, mientras que el segundo filtro fue utilizado con el fin de eliminar de la muestra, a los estudiantes que no presentaron interés por participar en el experimento y se reflejó en las notas de este. A partir de lo anterior, se obtuvo una muestra de 20 y 17 estudiantes para el grupo 1 y 3 respectivamente.

Además, para el análisis de los datos se tuvo en cuenta elementos cuantitativos como las calificaciones numéricas de las pruebas de contraste. También, elementos cualitativos como: la actitud y participación activa de los estudiantes durante las diferentes actividades realizadas, las opiniones y recomendaciones de algunos de los participantes y del profesor encargado.

*En el Anexo 1 se puede observar una ficha resumen sobre la metodología implementada en el curso, con las actividades por etapas, al igual que las características más relevantes del experimento.*

#### **5.2.1.1 Análisis cuantitativo**

Para el análisis de los datos recolectados, se utilizó herramientas de estadística descriptiva e inferencial. En primer lugar, se corroboró si los datos seguían una distribución normal con el programa Statfit, por medio de dos pruebas de bondad y ajuste que fueron: Kolmogorov – Smirnov y Anderson-Darling. Se debe destacar, que se utilizó estas dos pruebas debido a que, la primera realiza un análisis más sensible en el centro de la distribución que en las colas, al contrario de, la segunda prueba que posee mayor sensibilidad en las colas que en el centro de la distribución. Por lo anterior, con la aplicación de las dos pruebas se consideró que se tenía mayor certeza sobre si los datos seguían o no una distribución normal.

En este caso, para el análisis estadístico de las dos muestras (prueba A y Prueba B) se utilizó un nivel de confianza del 95% que, por lo general, es el más adecuado para muestreo. El programa estadístico evaluó el ajuste de los datos para diferentes distribuciones y entre ellas la distribución normal, a partir de las siguientes hipótesis:

$H_0$ =Los datos siguen una distribución normal

$H_a$ =Los datos no siguen una distribución normal

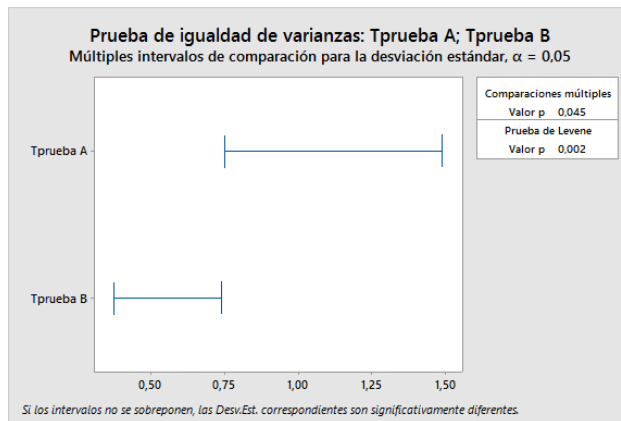
Para las pruebas de bondad y ajuste utilizadas, el criterio para aceptar la hipótesis nula es que el valor p sea mayor a el nivel de significancia, que en este caso fue del 0,05. Para los datos la prueba A, el programa estadístico no arrojó ninguna distribución posible para los datos. No obstante, en la muestra de datos de la prueba B, el valor p para las dos pruebas de bondad y ajuste, fue mayor al nivel de significancia, por lo tanto, con un 95% de confianza se aceptó la hipótesis nula, por ende, los datos seguían una distribución normal. Lo anterior se puede observar a detalle en el *Anexo 2*.

Luego de realizar el análisis de normalidad, se corroboró que la muestra de datos corresponde a una misma población, en este caso el curso de Investigación de Operaciones y que los datos fueron recolectados bajo las mismas circunstancias; para esto se usó la prueba de homogeneidad de programa Minitab, que plantea las siguientes hipótesis:

$H_0$ =Todas las varianzas son iguales

$H_a$ =No todas las varianzas son iguales

Al igual que en la prueba de normalidad, se utilizó un nivel de confianza del 95% y se obtuvo los resultados de la Ilustración 3.



**Ilustración 3: Prueba de Homogeneidad pruebas A y B curso IO**

En este caso, se acepta la hipótesis nula si el nivel de significancia es mayor al valor  $p$ , como se observa en la Ilustración 3 el valor  $p$  para los datos es de 0,002 y el nivel de significancia es de  $\alpha=0,05$ , por lo tanto con un 95% de confianza la muestra de datos de la prueba A y prueba B poseen desviaciones estándar significativamente diferentes, por lo tanto la dos muestras no son homogéneas.

Los resultados respaldan las condiciones en las que se realizó el experimento, donde las pruebas A y B se efectuaron a la misma población de estudiantes, sin embargo, la prueba A no se hizo en igualdad de condiciones, los datos del grupo 1 fueron recolectados en un horario fuera de clase y de manera grupal, mientras que, el grupo 3 realizó la prueba de manera individual y en el horario de clase. Por otra parte, la prueba B si se realizó bajo las mismas condiciones, pero con un factor de variabilidad alto.

Con los resultados de las pruebas de normalidad y homogeneidad, se determinó que no se podía hacer una comparación de la prueba A entre los dos grupos participantes debido a que, ambas muestras deben ser ajustadas a una misma distribución, preferiblemente Normal, para aplicar las pruebas estadísticas correspondientes y para esta prueba el software estadístico, como se mencionó antes, no arrojó ninguna distribución para los datos de la muestra. En este caso, no se puede hacer inferencia sobre los datos del estudiante antes de la lúdica, sin embargo, se realizó la comparación entre los datos de la prueba B, que si presentó

una distribución normal; a partir de esto, se utilizó la prueba paramétrica de comparación de medias.

En primer lugar, se calculó si las varianzas de los datos de los dos grupos eran iguales, debido a que esto influye en el análisis de las medias. Los resultados se muestran en la Ilustración 4.

#### Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \sigma_1 / \sigma_2 = 1$

Hipótesis alterna  $H_1: \sigma_1 / \sigma_2 \neq 1$

Nivel de significancia  $\alpha = 0,05$

Método	Estadística			Valor p
	de prueba	GL1	GL2	
F	0,89	19	16	0,792

#### Ilustración 4: Comparación de varianzas prueba B Grupo 1 y Grupo 3

A partir de lo anterior, se puede decir que con un nivel de confianza del 95% las varianzas de las notas de la prueba B para los grupos 1 y 3 no poseían diferencias significativas, esto quiere decir que los promedios de las pruebas B tanto para el grupo con lúdicas y sin lúdicas no diferían entre ellos. Con el resultado anterior, se procedió a comparar la media de los datos teniendo en cuenta que las varianzas de los datos son iguales.

#### Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
0,47	35	0,643

#### Ilustración 5: Comparación de medias prueba B Grupo 1 y Grupo 3

En este caso, con un nivel de confianza del 95% se puede decir que las medias de los resultados de la prueba B para el grupo 1 y grupo 3 no poseen diferencias significativas (Ilustración 5). Si se contextualiza, significa que no existe cambio en

los resultados finales respecto al grupo que tuvo la lúdica y el que continuó con el método de enseñanza tradicional.

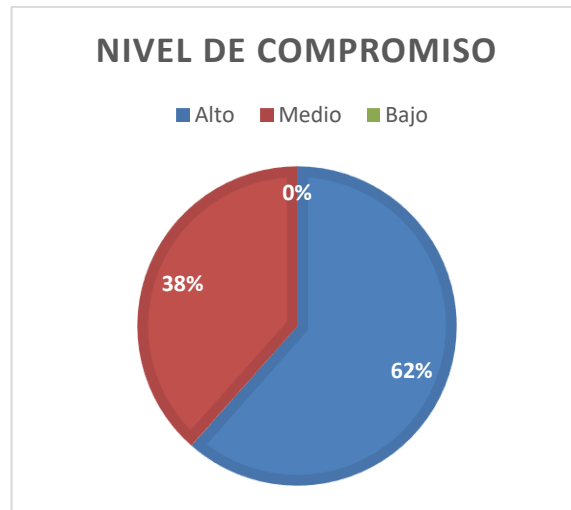
Ahora bien, el resultado anterior está sujeto a muchas consideraciones debido a las condiciones y problemas presentados, estos fueron:

- **Comunicación experimentador-profesor:** En este caso, la comunicación entre los experimentadores y el profesor no fue acertada respecto a la metodología implementada y la forma de recolección de datos, por ello las muestras en el caso de la prueba A no fueron concluyentes y no se logró hacer un análisis en detalle de estos.
- **Tiempo de aplicación del experimento:** Antes de la aplicación del experimento se estimó un tiempo para cada uno de los instrumentos de medición y de la lúdica, con el fin de evitar que las actividades fueran un factor de retraso en el avance normal del curso; sin embargo, durante el desarrollo se evidenció que si fue un obstáculo para el progreso del curso y como medida de contingencia en reunión con el profesor, se acordó enviar la prueba B como tarea, a pesar de que esto representaba una falta de control en el desempeño individual, debido a que, el estudiante puede apoyarse de otras herramientas y no se tiene la certeza de que sus respuestas sean individuales.

#### **5.2.1.2 Análisis cualitativo**

Ahora bien, con el fin de corroborar aspectos evidenciados por parte de los experimentadores, se realizaron encuestas y entrevistas a estudiantes participantes en el proyecto; las preguntas para los dos instrumentos fueron similares y se pueden verificar en los *Anexos electrónicos llamados FormatoEncuesta y FormatoEntrevista*. De esta manera, con una de las preguntas (*¿Cómo cree usted que participar en la actividad lúdica le permitió aclarar conceptos o procedimientos vistos/estudiados anterior o posteriormente en el curso?*) se pretendió conocer el nivel de compromiso de los estudiantes participantes de la lúdica, debido a que, en el caso del grupo 1 se observó una alta participación por parte de los estudiantes, con preguntas y aportes relacionados con el objetivo escogido para el curso. Por

ello, se realizó una pregunta que dividió su nivel de compromiso en bajo, medio y alto; en la Ilustración 6, se observa que el 62% de los estudiantes tuvo un compromiso alto con la actividad, por ello, la dinámica de clase se hizo interactiva de tal forma que permitía un debate constante entre el experimentador y estudiante acerca de los conceptos de Ingeniería Industrial observados por medio de la lúdica.



**Ilustración 6: Nivel de compromiso con lúdica estudiantes Grupo 1 Curso IO**

Por lo anterior, es importante destacar que, durante el diseño de la lúdica se crean preguntas que tienen como objetivo guiar al estudiante hacia un concepto o razonamiento en específico, al mismo tiempo, se desarrolla diversos escenarios con limitantes que hacen que el estudiante encamine sus conocimientos y acciones a lo esperado por los experimentadores.

De esta manera, para la lúdica aplicada en el curso de Investigación de Operaciones, se logró guiar de manera adecuada a los estudiantes y dar respuesta a las preguntas planteadas, por ende, se puede decir que, en este aspecto la lúdica cumplió con su objetivo y le proporcionó al estudiante herramientas para generar ese pensamiento esperado.

Para este curso, en el instante en que se realizó la lúdica, el estudiante tenía un conocimiento mínimo sobre programación lineal, por ende, se pretendía que con la aplicación de la lúdica los conceptos estudiados posteriormente fueran mucho más

claros; con la encuesta realizada se indagó sobre esta hipótesis y se establecieron 4 niveles acerca de la aclaración de conceptos antes y después de realizar la lúdica, en este caso, un 54% de los estudiantes aclararon mínimamente los conceptos antes de la actividad, no obstante, un 50% logró aclarar bastaste lo conceptos estudiados posteriormente.

Por último, con los resultados anteriores, se puede decir que la lúdica se realizó en el tiempo adecuado y logró impactar en el proceso de aprendizaje de los estudiantes de Investigación de Operaciones, de tal manera, que se facilitó la comprensión de los temas de estudios posteriores a la lúdica. Es importante destacar, que se entrevistó a 3 estudiantes y en esta pregunta, concluyeron que, al principio no lograron comprender la relación existente de la lúdica con la clase, sin embargo, en el transcurso del curso los conceptos más complejos dentro de la programación lineal, los comprendieron de forma más fácil y de esta manera, entendieron la importancia de este tipo de experiencias. Además, expresaron la motivación como estudiantes de aplicar a pequeña escala lo estudiado de forma teórica, debido a que, consideran que es un buen acercamiento a la realidad del Ingeniero Industrial. La información cualitativa completa se encuentra en el *Anexo Electrónico: Encuesta Cualitativa*, en la Hoja llamada *Investigación de Operaciones*.

### **5.2.2 Procesos Estocásticos:**

En la Ilustración 7 se muestra de forma gráfica la metodología implementada para el curso, de manera general. Posteriormente, se explora a detalle cada etapa.



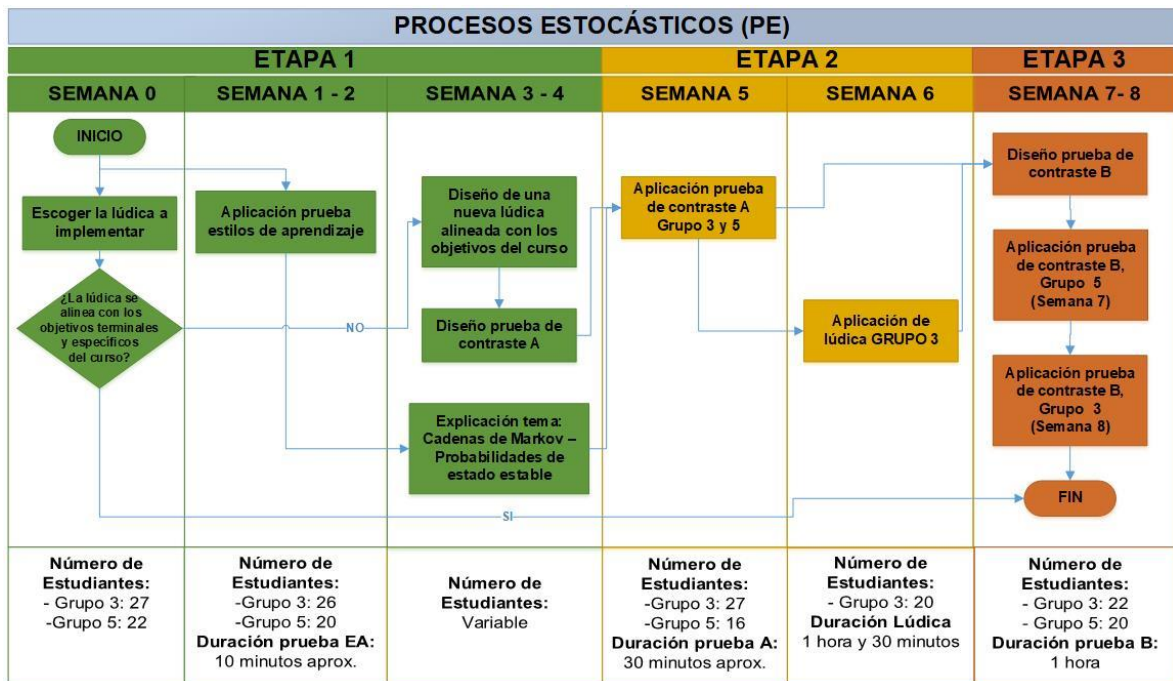


Ilustración 7: Diagramación método implementado en el curso Procesos Estocásticos

### Etapa 1

En primer lugar, se realizó la reunión preliminar con el profesor responsable de la materia, con el fin de explicar la intención del proyecto y la lúdica seleccionada a partir de la relación de los objetivos terminales y específicos del Programa con los objetivos específicos de las lúdicas. Sin embargo, para este curso solo existía una lúdica inventariada y a partir de la reunión de con el profesor, él expreso la necesidad de una lúdica relacionada con probabilidades de estado estable, que a su vez se conecta con la Unidad 1: Cadenas de Markov y los procesos Markovianos de decisión, donde el estudiante al finalizar la unidad debe estar en capacidad de plantear y analizar modelos de cadenas de Markov y evaluar las políticas de decisión en diferentes criterios. Debido a esto, se desarrolló una nueva lúdica que tenía relación con el objetivo específico requerido por el profesor, este proceso se desarrolló durante la semana 3 y 4 de clase.

En consecuencia, se programó diferentes reuniones para mostrar el progreso y adecuar la lúdica, posterior a esto, se diseñó la prueba de contraste A (*Ver anexo*

*electrónico: Prueba A Procesos Estocásticos*) que poseía 3 preguntas en relación con probabilidades de estado estable. Luego, se estableció que se trabajaría con 2 grupos, donde el grupo 5 continuaría con la clase magistral normal, mientras el grupo 3 tendría clase magistral más lúdica; en este caso, la prueba fue la misma para ambos cursos.

## ***Etapa 2***

Para este curso, la prueba de contraste A se aplicó durante la semana 5 a los dos grupos, en el grupo 5 se contó con la participación de 16 estudiantes, mientras que en el grupo 2 la cantidad de estudiantes que realizaron la prueba fue 27; en ambos casos, el tiempo para realizar la prueba fue de 30 minutos aproximadamente.

Luego, durante la semana 6 de clase se desarrolló la lúdica en el grupo 3 y se contó con una participación de 20 estudiantes. La lúdica aplicada se denominó “la ruta del azúcar” que plantea un contexto de alquiler de automóviles, donde existe una probabilidad distinta para que un automóvil pase de una ciudad a otra, que dependía de la ciudad en donde se encontraba, estas probabilidades estaban dadas por el lanzamiento de dos dados que, a su vez, incluían el factor aleatorio al proceso. Los estudiantes realizaron la actividad en grupos de cuatro y se corrieron 10 rondas que, dentro del contexto, representaban días. Los estudiantes debían registrar con cuantos automóviles iniciaban el día y con cuantos terminaban al finalizar; con estos datos los estudiantes podrían encontrar las probabilidades de estados estable para cada ciudad.

## ***Etapa 3***

Durante esta etapa, se pactó con el profesor encargado aplicar la prueba de contraste B en diferentes momentos para los dos grupos participantes, al grupo 5 el cual no realizó la lúdica, desarrolló la evaluación en la semana 7 del semestre; mientras, el segundo curso realizó la prueba en la semana 8. Esta prueba consistía en un total de 4 preguntas, donde el estudiante debía obtener las probabilidades de estado estable a partir de los datos dados, además el nivel de complejidad era alto

debido a que, el estudiante debía tener claro el concepto de estado estable y de un paso o transición, para el desarrollo correcto de la prueba (*Ver Anexo electrónico: Prueba B Procesos Estocásticos*).

Para la aplicación de la prueba de contraste B se requería del apoyo de la herramienta Excel para el desarrollo matemático del ejercicio, en el caso del grupo 5 todos los estudiantes realizaron individualmente la evaluación en un computador y se dio un tiempo límite de 1 hora. Mientras que, en el grupo 3 debido a un error de comunicación entre el profesor y estudiantes, solo algunos poseían el recurso electrónico, por ende, los resultados se vieron afectados.

En este caso, los factores controlables considerados en un inicio fueron: la misma metodología de enseñanza para los dos grupos, el tiempo y validez para cada instrumento de medición, la comunicación entre los grupos; este último factor, por recomendación de profesor, pretendía evitar que la información sobre la prueba fuera intercambiada entre los estudiantes, y de esta manera, que el experimento no se viera afectado; por ello, se estableció que las pruebas de contraste B sería aplicadas con una diferencia de 5 días entre los dos grupos. Por otra parte, los factores no controlables para este curso fueron: la asistencia completa de los estudiantes a clase para cada uno de los experimentos, la actitud del estudiante al resolver la prueba y el nivel de conocimiento previo al desarrollo de la prueba A.

Al igual que en el grupo de Investigación de Operaciones, se diseñaron medidas pertinentes para disminuir el impacto de los factores no controlables en el experimento. En este caso, el profesor informaba a los estudiantes sobre las actividades que serían realizadas, durante la aplicación de las diferentes pruebas se efectuó una observación constante y rígida, con el fin de que los resultados no fueran afectados. Finalmente, el profesor proporcionó lecturas previas y clases introductorias al tema, antes de aplicar la prueba de contraste A, de esta manera se pretendía que los estudiantes se encontraran en el mismo nivel de conocimiento.

No obstante, como se mencionó antes de aplicar la prueba B existió un fallo de comunicación entre el profesor y los estudiantes del grupo 5, la consecuencia fue

que no todos los estudiantes del grupo contaban con computador, por ende, presentaron una desventaja que afectó el resultado final.

Ahora bien, se recolectaron datos de 49 estudiantes en total, 27 del grupo 3 y 22 del grupo 5. Con los datos recolectados, se utilizó dos filtros para obtener la muestra de datos para analizar, el primero con el fin de determinar si el estudiante había realizado todos los instrumentos de medición planeados; mientras que el segundo filtro, tenía el objetivo de eliminar aquellos estudiantes que no mostraron interés por participar en el experimento y sus resultados fueron sesgados por esto. Después de realizar estos filtros, se obtuvo una muestra de 19 estudiantes para el grupo 3 y de 10 estudiantes para el grupo 5 (*Ver carpeta Anexos, archivo DatosEstocásticos*). El análisis de los datos se muestra a continuación.

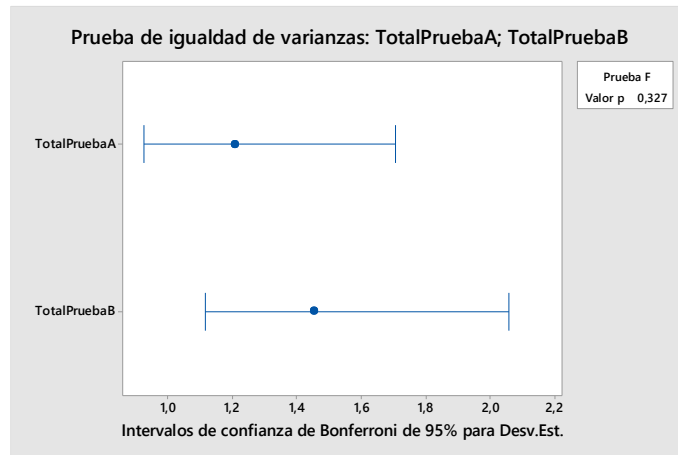
*En el Anexo 3 se puede observar una ficha resumen sobre la metodología implementada en el curso, con las actividades por etapas, al igual que las características más relevantes del experimento.*

#### **5.2.2.1 Análisis Cuantitativo**

En primer lugar, se determinó que tipo de distribución seguían los datos recolectados para cada muestra, para esto se realizó una prueba de normalidad en Stafit con un nivel de confianza del 95%, las hipótesis para este caso fueron las mismas que para el análisis de datos del curso de Investigación de Operaciones.

Ahora bien, para las muestras de datos seleccionadas de la prueba A y B, el valor p fue mayor al nivel de significancia para las dos pruebas de bondad y ajuste (*Ver Anexo 4*). Por lo tanto, con un nivel de confianza del 95% se aceptó la hipótesis nula, de esta manera, los datos de las pruebas A y B seguían una distribución normal.

Asimismo, se realizó la prueba de homogeneidad de los datos con el fin de comprobar que las muestras, vienen de la misma población en este caso, el curso de Procesos Estocásticos, además su metodología de trabajo y condiciones fueron similares, esta prueba se realizó con un nivel de confianza de 95% (*Ilustración 8*).



**Ilustración 8: Prueba de Homogeneidad Prueba A y Prueba B curso PE**

A partir de la prueba de homogeneidad donde el valor p de 0,327 fue mayor al nivel de significancia  $\alpha=0,05$ , se puede decir que con un nivel de confianza del 95% las pruebas de contraste A y B eran homogéneas, en este caso provenían de la misma población, el curso de Procesos Estocásticos y sus condiciones de aplicación fueron similares.

Después de realizar las pruebas para determinar la distribución y homogeneidad de los datos, se procedió a la comparación de estos. Se inició, la comparación entre las varianzas de los dos grupos para los resultados de la prueba A, con el fin de determinar si las varianzas eran iguales o diferentes; a partir de este resultado, se podría realizar la comparación de medias. Las hipótesis utilizadas para comparar las varianzas fueron las mismas que se utilizaron para el curso de Investigación de Operaciones. Se utilizó un nivel de confianza del 95% y los resultados se muestran en la Ilustración 9.

### Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \sigma_1 / \sigma_2 = 1$   
 Hipótesis alterna  $H_1: \sigma_1 / \sigma_2 \neq 1$   
 Nivel de significancia  $\alpha = 0,05$

Método	Estadística de prueba			Valor p
		GL1	GL2	
F	0,53	18	9	0,239

**Ilustración 9: Comparación de varianzas Prueba A Grupo 3 y Grupo 5**

Con los resultados, se evidenció que el valor p es mayor al nivel de significancia, por lo tanto, con un 95% de confianza se aceptó la hipótesis nula, las varianzas de los dos grupos en el caso de la prueba A, eran iguales. Con este resultado, se realizó la comparación de las medias para la prueba de contraste A, con el fin de corroborar sí las condiciones bajo las que se inició el experimento eran iguales para los dos grupos participantes, en cuanto a conocimiento previo. En este caso, en el grupo 3 se observó menor confusión por parte de los estudiantes en comparación con el grupo 1, por lo anterior las hipótesis se plantearon de la siguiente manera:

$$H_0 = \mu_3 - \mu_5 = 0$$

$$H_a = \mu_3 - \mu_5 > 0$$

Donde la hipótesis alterna, expresaba que la diferencia entre las medias de ambos grupos eran diferentes y la media del grupo 3 era mayor a la del grupo 1.

### Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna  $H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$

Valor T	GL	Valor p
2,26	27	0,016

#### Ilustración 10: Comparación de medias para las pruebas A del Grupo 3 y Grupo 5

La prueba de comparación de medias se realizó con un nivel de confianza del 95% y los resultados se muestran en la Ilustración 10, donde indica que el valor p es menor a el nivel de significancia de  $\alpha=0,05$ , por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, las medias de las pruebas de contraste A no son iguales para los dos grupos; en este caso, estadísticamente fue que la media del grupo 3 fuera mayor a la media del grupo 5.

### Prueba

Hipótesis nula	$H_0: \sigma_1 / \sigma_2 = 1$
Hipótesis alterna	$H_1: \sigma_1 / \sigma_2 \neq 1$
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Método	Estadística			Valor p
	de prueba	GL1	GL2	
F	1,55	18	9	0,512

**Ilustración 11: Comparación de varianzas para la prueba B Grupo 3 y Grupo 5**

De la misma manera, se realizó la prueba comparación de varianzas para los datos de los dos grupos en la prueba B (Ilustración 11). Los resultados mostraron que con un 95% de confianza se aceptó la hipótesis nula, las varianzas de los grupos no poseían diferencias significativas, sin embargo, se debe destacar que el valor p de 0,51, es muy cercano al nivel de significancia, por ende, se aceptó, pero con poca contundencia, que a su vez indica que la hipótesis puede ser aceptada a pesar de no ser verdadera. Al igual que con la prueba A, se realizó la prueba de comparación de medias, los resultados se muestran en la Ilustración 12.

### Prueba

Hipótesis nula	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$
Hipótesis alterna	$H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
0,56	27	0,577

**Ilustración 12: Comparación de medias prueba B Grupo 3 y Grupo 5**

Ahora bien, por parte de los experimentadores se esperaba que la media del grupo 3 fuera mayor en comparación con el grupo 5, debido a que, se realizó la lúdica y se obtuvo una amplia participación por parte de los estudiantes. Sin embargo, durante la aplicación del instrumento de medición B existió un error en la comunicación por parte de profesor y los estudiante en el grupo 3, debido a que, no todos los estudiantes contaron con el recurso electrónico de Excel, por ende, represento un factor de desventaja frente al grupo 5, que contó durante toda la prueba con el recurso. Lo anterior, pudo ser un elemento que influyó de manera significativa en los resultados de la prueba.

### 5.2.2.2 Análisis Cualitativo

En primer lugar, durante el desarrollo de la lúdica en el grupo 3 como experimentadores, se percibió que las preguntas realizadas antes de la lúdica ayudaron a crear un espacio debate entre los estudiantes, de manera que, entre ellos discutían y argumentaban las respuestas dadas por los grupos; de igual manera, utilizaban los conceptos vistos en clase para contextualizar las respuestas a las preguntas. En este caso, este espacio de discusión tuvo una duración de 20 minutos aproximadamente, donde también participó el profesor a cargo como mediador y observador de la dinámica que surgió a partir de la lúdica. Por esto, al igual que en el curso de Investigación de Operaciones, se realizó encuestas para determinar el nivel de compromiso de los estudiantes, los resultados se observan en la Ilustración 13.

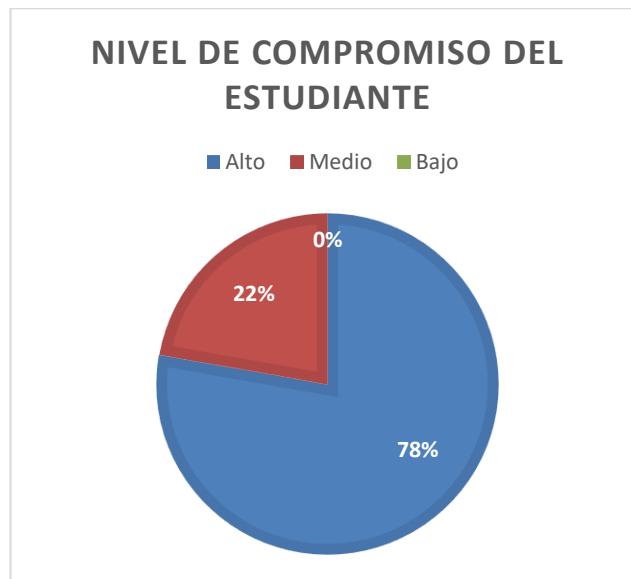
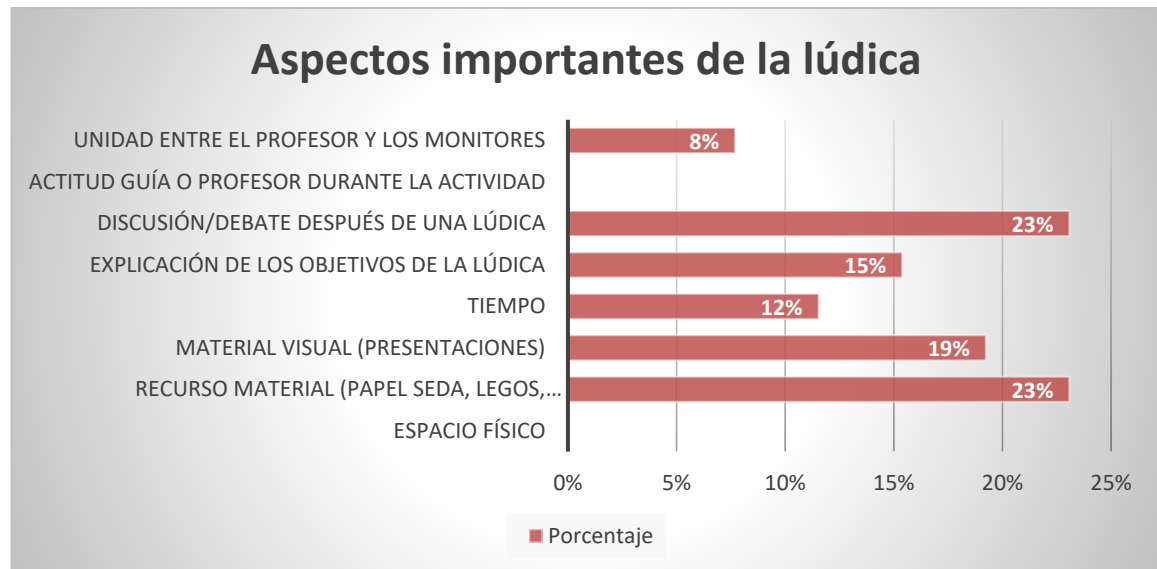


Ilustración 13: Nivel de compromiso de estudiantes con la lúdica grupo 3 Procesos Estocásticos

Los resultados muestran que un 78% de los estudiantes tuvieron un compromiso alto con el desarrollo de la lúdica, lo que comprueba lo visto experimentalmente. Además, respecto al espacio de discusión en este caso, fue interactivo para los estudiantes pues ellos respondían a sus compañeros con argumentos que eran producto de la unión de la lúdica con los conceptos de la clase, por ello, una de las preguntas realizadas tenía como objetivo reconocer que elementos el estudiante



considera importante para mejorar la efectividad de la lúdica los resultados se observan en Ilustración 14.



**Ilustración 14: Aspectos Importantes de la lúdica Procesos Estocásticos**

Para este grupo, los aspectos más importantes fueron la discusión/debate después de la lúdica y el recurso material que se refiere los elementos lúdicos que ayudan a recrear el contexto a pequeña escala. En este caso, se soporta la idea presentada antes, para los estudiantes el espacio dado fue importante para su proceso de aprendizaje, este tipo de espacios permite una comunicación más dinámica entre el profesor o quien dirige con los estudiantes, al mismo tiempo, el estudiante es libre de expresar las ideas y/o dudas que surgen debido a la lúdica. Ahora bien, otro aspecto que consideran importante en este curso es el recurso material, para esta lúdica se utilizó tableros con el fin de representar la cadena de Markov del ejercicio, además de mostrar de forma gráfica un concepto importante como lo era: paso o transición, por lo tanto, es coherente que para el estudiante este tipo de herramienta sea de vital importancia para la comprensión de ciertos conceptos.

Por otra parte, respecto al momento de aplicación, para este curso a diferencia de Investigación de Operaciones, se realizó la lúdica después de estudiar durante semanas, los conceptos necesarios para el desarrollo de la actividad, por ende, se

esperaba que el nivel de aclaración fuera alto respecto a lo estudiado antes de la aplicación de la lúdica. Por esta razón, se realizó en las entrevistas y encuestas una pregunta sobre el nivel de aclaración antes y después; en este caso, el 67% de los estudiantes encuestados expresó que después de realizar la lúdica lograron aclarar bastante los conceptos vistos en la clase, mientras que, para los temas presentados después de la lúdica un 56% considera que la lúdica les permitió aclarar bastante. En conclusión, la lúdica logró tener un nivel de impacto en el aprendizaje del estudiante, donde los aspectos como el recurso material y la discusión tuvieron un papel muy importante.

Por último, como complemento de lo anterior, se observó que a pesar de la falta de la herramienta de Excel en el grupo 3, durante el desarrollo de prueba presentó menos inconvenientes y confusión respecto al ejercicio planteado, en este caso, los datos dados no se presentaban de manera usual, existía un nivel de dificultad debido a que, la matriz se encontraba traspuesta. En el grupo 5, se generó mucha confusión y se reflejó en la cantidad de preguntas realizadas durante la aplicación, además, de 20 estudiantes un 45% de los estudiantes que presentó la prueba realizó de forma errónea la matriz de probabilidades de la evaluación; mientras que en el grupo 3 se observó menor confusión y de 22 estudiantes solo un 20% contestó mal o interpretó de manera errónea los datos. Los datos de la encuesta cualitativa se encuentran en el *Anexo Electrónico: Encuesta Cualitativa*, en la Hoja llamada *Procesos Estocásticos*.

### **5.2.3 Simulación Discreta**

En la Ilustración 15 se muestra de forma gráfica la metodología implementada para el curso, de manera general. Posteriormente, se explora a detalle cada etapa.

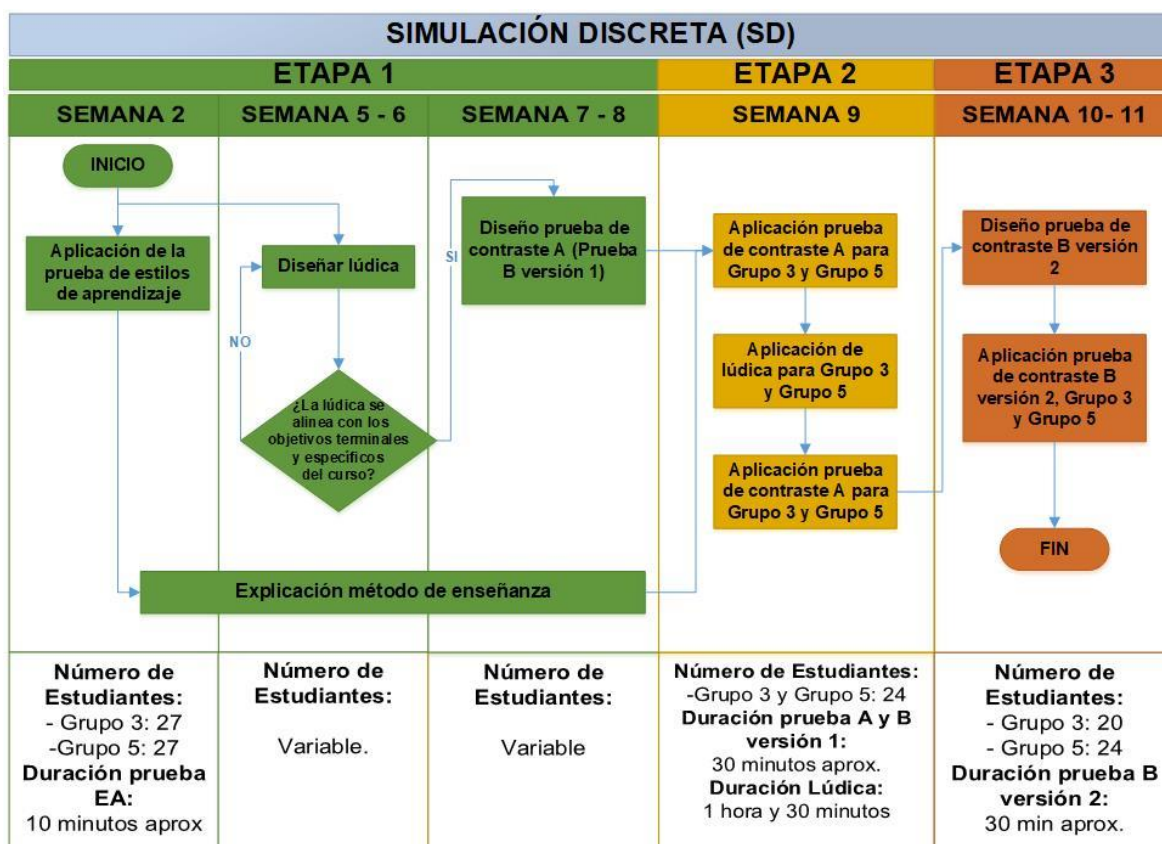


Ilustración 15: Diagramación método implementado curso Simulación Discreta

### Etapa 1

Para este curso no se existían lúdicas inventariadas en el programa, sin embargo, a partir de la reunión con el profesor, se diseñó una nueva lúdica en relación a la Unidad 1: ¿Qué se requiere saber para simular? donde el estudiante al finalizar debe estar en capacidad de conceptualizar un modelo de simulación desde sus componentes y sus relaciones; este proceso se realizó durante la semana 5 y 6 de clases, en compañía del profesor. En este caso, se decidió trabajar con 2 grupos del curso con una diferente metodología a los dos anteriores, debido a que se aplicará la lúdica en los dos cursos al mismo tiempo, para este curso la lúdica fue aplicada en la semana 9 de clase.

En este caso, las pruebas de contraste fueron diseñadas por el profesor encargado, de acuerdo a los objetivos que pretendía evaluar, este proceso se realizó durante

las semanas 7 y 8 de clase. Se debe destacar, que para este curso se decidió realizar tres evaluaciones, la prueba de contraste A y dos pruebas de contraste B a corto y mediano plazo, debido a que, se manifestó por parte del profesor la importancia de que el estudiante reconozca de manera clara, que elementos debe extraer a partir de un problema dado, de esta manera, aun después de hacer la lúdica se pretendía que el estudiante con un contexto o situación, logrará abstraer aquellos elementos necesarios para la simulación.

## ***Etapa 2***

Para este curso, la lúdica diseñada se denominó “*Diseño del sistema de producción de ramos de flores papel*”, que tenía como objetivo que el estudiante reconociera a partir de un sistema, los elementos necesarios para crear una simulación adecuada; mediante el reconocimiento de sistemas push/pull, tiempos y reglas de operación entre otras variables. Se desarrolló en un contexto de producción de ramos conformados por dos tipos de flores y cuyo tamaño dependía del cliente que, a su vez, entregaba las ordenes de pedido con diferentes tiempos de arribo. En primer lugar, se realizó la prueba de contraste A (*Ver Anexo Electrónico: Prueba A y B Simulación Discreta*), que tuvo una duración de 30 minutos aproximadamente; el examen constaba de dos partes, en la primera se encontraba el contexto y explicación del sistema que sería simulado por medio de la lúdica, la segunda parte estaba compuesta por las preguntas, en este caso, tenían como objetivo enumerar cada elemento en orden necesario para la simulación.

Al terminar la primera prueba, se explicó cómo sería la dinámica para la lúdica y como usarían las respuestas dadas en la prueba realizada, para este curso se definió que se trabajaría en grupos de 13 personas, donde sólo 6 personas serían operarios, encargados de realizar las flores, mientras que los demás integrantes estarían encargados de tomar los tiempos establecidos previamente. En este caso, no se necesitó de rondas, al dar la orden el profesor (cliente) comenzaba a repartir órdenes de demanda para cada grupo, hasta llegar a la orden 17. Durante el

desarrollo de la lúdica, los estudiantes debían identificar y recolectar tiempos de cada demanda que llegaba al sistema.

En el momento que el profesor terminaba de entregar las demandas y salía el último producto, se procedía a realizar la prueba de contraste B, que era la misma prueba A realizada antes, con el objetivo de que el estudiante después de realizar y vivir un sistema aproximado a la simulación reconociera elementos o recursos que antes no tenía claros y conocer a corto plazo, que impacto pudo tener la lúdica en él. Además, los estudiantes al inicio de la lúdica, debían planear todos los requerimientos de datos del sistema con el objetivo de realizar de forma correcta la simulación.

Por otra parte, la prueba de contraste B versión 2 se realizó en la semana 11 de clase, en este caso, el profesor encargado del curso realizó un cuestionario donde se presentaba un sistema de producción que abastecía pedidos en una bodega y a partir de este, se realizaron 4 preguntas enfocadas al reconocimiento de los elementos necesarios para una simulación. El objetivo de esta prueba fue conocer si el estudiante mejoró su capacidad para abstraer los elementos necesarios para realizar una simulación de un sistema dado.

### ***Etapas 3***

En esta etapa el profesor encargado, realizó la prueba de contraste B versión 2 con el objetivo de observar a un largo plazo el comportamiento de los estudiantes participantes del experimento. Para esta prueba se realizó una serie de preguntas similares a las planteadas en las pruebas anteriores, pero el contexto era distinto; tuvo una duración de aproximadamente 30 minutos. La prueba se puede ver a detalle en el *Anexo electrónico: Prueba B versión 2 Simulación Discreta*.

En este caso, no se presentaron imprevistos o situaciones que afectaran los resultados obtenidos.

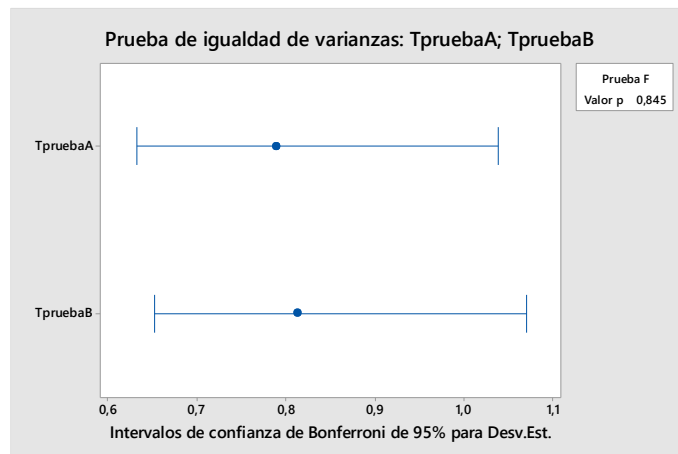
*En el Anexo 5 se puede observar una ficha resumen sobre la metodología implementada en el curso, con las actividades por etapas, al igual que las características más relevantes del experimento.*

### **5.2.3.1 Análisis Cuantitativo**

Para el curso de Simulación Discreta se recolectó datos de 54 estudiantes, 27 para cada grupo (*Ver carpeta Anexos, archivo DatosSimulaciónD*). Al igual que en los cursos anteriores, se utilizaron dos filtros, el primero con el objetivo de determinar que estudiantes realizaron todos los instrumentos de medición establecidos; mientras que el segundo, tenía como fin eliminar aquellos estudiantes que no demostraron interés en participar en el experimento, lo que se reflejó en los resultados obtenidos individualmente. Después de realizar los filtros mencionados, la muestra de datos para el análisis fue de 22 para el grupo 3 y de 20 para el grupo 5.

A partir de los datos de la prueba A y B se realizó, al igual que en los cursos anteriores, la prueba de normalidad, en donde el valor p para las pruebas de bondad y ajuste fue mayor al nivel de significancia establecido (0,05) para ambas pruebas de contaste (A y B), por lo tanto, con un 95% de confianza se aceptó la hipótesis nula los datos seguían una distribución normal. Lo anterior se puede a detalle en el *Anexo 6*.

Ahora bien, en la Ilustración 16 se muestra la prueba de homogeneidad de los datos de la prueba A y B, el valor p fue mayor al nivel de significancia y con un 95% de confianza se pudo decir que, los datos pertenecían a una misma muestra y se realizaron bajo las mismas condiciones.



**Ilustración 16 Prueba de homogeneidad prueba A y B curso SD**

Después de comprobar la normalidad y homogeneidad de los datos se realizaron las pruebas de hipótesis de medias para las pruebas A y B. Para este curso, se utilizó un método de comparación de medias pareadas debido a que, se realizó la lúdica en los dos grupos y las pruebas de contraste fueron aplicadas antes y después en un lapso de tiempo pequeño, por lo tanto, con el análisis estadístico se pretendía demostrar si a corto plazo, existió un progreso o no en el rendimiento del estudiante frente al objetivo la lúdica. Los resultados para los dos grupos se muestran en las Ilustración 17 e Ilustración 18.

### Prueba

Hipótesis nula  $H_0$ : diferencia\_μ = 0

Hipótesis alterna  $H_1$ : diferencia\_μ < 0

Valor T	Valor p
-4,69	0,000

**Ilustración 17: Comparación de medias pareada prueba A y B1 Grupo 3**

### Prueba

Hipótesis nula  $H_0$ : diferencia\_μ = 0

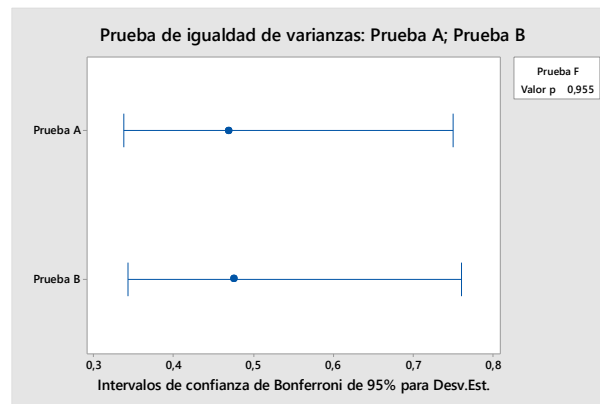
Hipótesis alterna  $H_1$ : diferencia\_μ < 0

Valor T	Valor p
-2,53	0,010

**Ilustración 18 Comparación de medias pareada prueba A y B1 Grupo 5**

Para el grupo 3 se puede afirmar que con un 95% de confianza rechazó la hipótesis nula, la diferencia entre las medias de las pruebas A y B tenían diferencias significativas. Por otra parte, para el grupo 5 con un nivel de confianza del 95% se rechazó la hipótesis nula, el valor p fue menor al nivel de significancia establecido, por ende, existían diferencias significativas entre las medias de las pruebas A y B; además, puede que la media de la prueba B fuera mayor a la prueba A.

Asimismo, para la segunda prueba de contraste B realizada en la semana 11 se realizó el análisis de normalidad por medio del programa Statfit, los resultados se pueden ver a detalle en el anexo 6. Para este curso, se evidenció que la distribución Normal se encontraba entre las diferentes distribuciones posibles para la prueba de bondad y ajuste aplicada, por lo tanto, se pudo asumir dicha distribución para los datos. Ahora, con el fin de comprobar la homogeneidad de los datos, es decir, si provenían de la misma población y condiciones, en este caso, el curso de Simulación Discreta, se realizó de comparación de varianzas y los resultados se muestran en la Ilustración 19.



**Ilustración 19: Prueba de homogeneidad Prueba A y B2 curso SD**

Con los resultados se pudo concluir que los datos de la muestra del curso de Simulación Discreta, son homogéneos, es decir los grupos no presentan diferencias entre ellos y provienen de una misma población.

Después de comprobar la normalidad y homogeneidad de los datos se procedió a realizar las pruebas de comparación de medias, donde se planteó lo siguiente:



$$H_0 = \mu_A - \mu_B = 0$$

$$H_a = \mu_A - \mu_B > 0$$

En primer lugar, se realizó una prueba de comparación de varianzas para determinar si era iguales o diferentes, debido a que, esto influía en la comparación de medias. Los resultados se observan en la Ilustración 20.

### Prueba

Hipótesis nula	$H_0: \sigma_1 / \sigma_2 = 1$
Hipótesis alterna	$H_1: \sigma_1 / \sigma_2 \neq 1$
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Método	Estadística			Valor p
	de prueba	GL1	GL2	
F	1,39	35	35	0,334

#### Ilustración 20: Comparación de varianzas prueba A vs prueba B2

Para el resultado anterior, se aceptó la hipótesis nula debido a que, el valor p es mayor al nivel de significancia (0,05), por lo tanto, con un 95% de confianza se puede decir que las varianzas de no poseen diferencias significativas. Con esta prueba y con el fin de comprobar si después de aplicar la lúdica existió un cambio en los estudiantes, se realizó la comparación de medias y los resultados se muestran en la Ilustración 21

### Prueba

Hipótesis nula	$H_0: \text{diferencia}_\mu = 0$
Hipótesis alterna	$H_1: \text{diferencia}_\mu < 0$

Valor T	Valor p
-9,26	0,000

#### Ilustración 21: Comparación de medias pareada curso SD

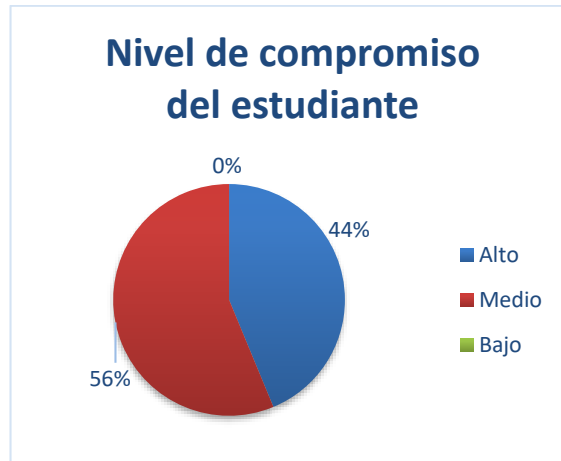
Con los resultados obtenidos, se puede decir que con un 95% de confianza se rechaza la hipótesis nula, las medias de las muestras difieren significativamente, y a partir de la hipótesis alternativa planteada, significa que la media B fue mayor a la

media A. De esta manera, para el curso de Simulación Discreta el realizar la lúdica marcó una diferencia, en este caso, mejoró la capacidad de los estudiantes para identificar los elementos como tiempo, recursos y entidades, necesarios para la simulación de un proceso.

### **5.2.3.2 Análisis Cualitativo**

En este caso, durante la aplicación de la lúdica se percibió que los estudiantes después de realizar algunas corridas comprendían que tiempos podrían ser necesarios para la simulación, además que a partir de la lúdica fue más claro identificar los elementos presentes en el programa Flesxim, utilizado en el curso para realizar la simulación computacional. Lo anterior se evidenció en la encuesta y entrevistas realizadas, donde un 69% de los estudiantes encuestados afirmó que después de ejecutar la lúdica, logró aclarar bastante los conceptos vistos después de la actividad. Esta situación se corrobora con las entrevistas, donde los estudiantes expresan que a medida que transcurría la lúdica entendía de que tiempos eran necesarios para la simulación o que debía de cambiar, por ende, ellos consideraban que, a medida que entendían el sistema en el que trabajaban, comprendían de mejor manera los conceptos.

Sin embargo, se observó que existió por parte de los estudiantes menor nivel de compromiso durante la lúdica, resultado que se comprobó con la Ilustración 22, donde se presentó un mayor número de estudiantes con nivel de compromiso medio. Los resultados se pueden verificar a detalle en el *Anexo Electrónico: Encuesta Cualitativa*, en la Hoja llamada *Simulación Discreta*.



**Ilustración 22: Nivel de compromiso estudiantes con la lúdica curso Simulación Discreta**

Por otra parte, para respecto al nivel de compromiso del estudiante como se muestra en la Ilustración 22, un 44% de los participantes tuvo un nivel alto de compromiso con la actividad realizada. Esto, fue corroborado por los experimentadores durante la aplicación del experimento.

### **5.3 Objetivo 3: Relacionar los resultados experimentales según enfoque de las lúdicas frente a la Taxonomía de Bloom con los estilos de aprendizaje de los estudiantes.**

#### **5.3.1 Clasificación por Estilos de Aprendizaje**

Para esta clasificación, en primer lugar, se cuantificó la cantidad de estilos de aprendizaje por curso, las abreviaturas para los estilos de aprendizaje se muestra en la Tabla 1, mientras que, los resultados se observan en la Tabla 2.

**Tabla 1 Abreviaturas para Estilos de aprendizaje**

Estilo de aprendizaje	Abreviatura
Activo	Act
Reflexivo	Ref
Intuitivo	Int
Sensorial	Sen
Verbal	Ver
Visual	Vis
Secuencial	Sec
Global	Glo

**Tabla 2: Total Estilos de Aprendizaje por curso**

Curso	Grupo	Act	Ref	Int	Sen	Ver	Vis	Sec	Glo	TotalEA
Investigación de Operaciones	1	4	1	1	7	0	7	2	3	25
Investigación de Operaciones	3	5	0	0	8	0	9	2	0	24
Procesos Estocásticos	3	5	0	1	6	0	11	4	0	27
Procesos Estocásticos	5	2	0	0	4	0	6	1	1	14
Simulación Discreta	3	4	1	0	9	0	16	4	2	36
Simulación Discreta	5	6	1	0	10	1	6	2	0	26

**Tabla 3: Total de estudiantes por curso**

Curso	Grupo	T.Estudiantes
Investigación de Operaciones	1	19
Investigación de Operaciones	3	17
Procesos Estocásticos	3	19
Procesos Estocásticos	5	10
Simulación Discreta	3	23
Simulación Discreta	5	20

Por otra parte, en la Tabla 3 se muestra la cantidad de estudiantes por curso y grupo, al compararlo con el total de estilos de aprendizaje se observa que este último es mayor, debido a que, existen estudiantes que pueden tener más de un estilo de aprendizaje como se puede observar en la Tabla 4.

**Tabla 4: Cantidad de estilos por estudiante**

Curso	Grupo	1 estilo	2 estilos	3 estilos	4 estilos
Investigación de Operaciones	1	14	4	1	0
Investigación de Operaciones	3	11	5	1	0
Procesos Estocásticos	3	12	6	1	0
Procesos Estocásticos	5	8	1	0	1
Simulación Discreta	3	14	6	2	1
Simulación Discreta	5	15	4	1	0

Para el análisis de la relación de las lúdicas con los estilos de aprendizaje, se tuvieron en cuenta la cantidad de estilos (uno, dos, tres o cuatro). De esta manera,

se realizaron observaciones para los estudiantes que tenía un estilo de aprendizaje y posteriormente, aquellos que tenía dos, tres y cuatro estilos. Lo anterior se explica a continuación.

### **5.3.1.1 Estudiantes con 1 solo estilo de aprendizaje**

Como se mencionó, en el modelo Felder – Silverman los ocho estilos se agrupan en cuatro dimensiones, por ello, para el análisis de resultados se tuvo en cuenta estas dimensiones y la cantidad de estudiantes por cada estilo encontrado. Además, es importante destacar que, en este conjunto predominaron dos estilos: visual y sensorial, de igual forma, de los 74 participantes el 65% del total de estudiantes realizó alguna de las lúdicas realizadas (Ver Anexo 7).

Respecto a la situación de los estudiantes después de aplicar el experimento con sus respectivas condiciones (con lúdica o sin lúdica), se clasificó de 3 formas: aumentó, continuó igual y disminuyó; en el primer tipo, un estudiante obtuvo un cambio en su nota, al comparar las pruebas de contraste A y B. Mientras que el segundo tipo, no obtuvo ningún cambio y su interpretación puede ser negativa o positiva según el contexto, finalmente, el último tipo se refiere a un cambio desfavorable en el estudiante, reflejado en la su nota.

#### **5.3.1.1.1 Qué tipo de información percibe mejor el estudiante: ¿Sensorial o intuitiva?**

En esta dimensión, están presentes dos estilos: sensorial e intuitivo, en este caso, solo se presentaron estudiantes con el primer estilo, de los cuales, el 60% realizó alguna lúdica durante el experimento. Los resultados para tipo de situación se muestran en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y Tabla 6.

**Tabla 5: Resultados estudiantes sensoriales que no realizaron una lúdica**

Situación	Total.Estudiantes	Cantidad	Porcentaje
Aumentó	60%	6	60%
Continuo Igual	12%	1	13%
Disminuyó	28%	3	27%
Total	100%	10	100%

**Tabla 6: Resultados estudiantes sensoriales que realizaron una lúdica**

Situación	Total.Estudiantes	Cantidad	Porcentaje
Aumentó	60%	9	60%
Continuo Igual	12%	2	10%
Disminuyó	28%	4	30%
Total	100%	15	100%

En general, los estudiantes con este estilo de aprendizaje son enfocados a los hechos y procesos, encuentran un gusto por lo práctico. En este caso, las diferentes lúdicas brindaron ese espacio de desarrollo de procedimientos, que los acerca a un contexto de Ingeniería Industrial y a posibles experiencias que se puedan presentar, con el objetivo de poner en práctica los conceptos que se desarrollan durante un curso, por ejemplo, en la lúdica realizada en el curso de Investigación de Operaciones se requería aplicar los conceptos de programación lineal, para identificar y buscar una solución óptima. De esta manera, en los resultados se puede observar que de la población que realizó la lúdica, el 60% obtuvo alguna mejora en sus resultados, que corrobora lo planteado.

Ahora bien, respecto a los estudiantes que realizaron la lúdica y continuaron igual, en lo que se refiere a la nota, puede ser favorable, si el nivel de la calificación se considera aceptable (la nota debe ser mayor a 3,0 y menor a 5,0) y la lúdica contribuyó a mantener al estudiante en ese nivel, de forma que logra aclarar o contextualizar los conceptos hasta cierto nivel que le permite mantenerse constante; sin embargo, puede ser desfavorable si la nota permaneció en un nivel no aceptable y la lúdica fue totalmente indiferente

En el caso, de los estudiantes a los que les disminuyó la nota, indicó que, a pesar de tener una afinidad por aprender de manera sensorial y que la lúdica posea elementos que puedan apoyar su aprendizaje puede no ser suficiente. Además, se debe de tener en cuenta que los estudiantes también tienen una clase magistral y en ocasiones, se dan confusiones que el estudiante no logra aclarar en el desarrollo del curso.

### 5.3.1.1.2 A través de qué modalidad percibe más efectivamente la información sensorial: ¿Visual o verbal?

En esta dimensión, a diferencia de la anterior, se presentó estudiantes en los estilos de aprendizajes que la conforman, sin embargo, el más representativo fue el estilo visual con 32 estudiantes, mientras que, en el estilo verbal, solo había 1 estudiante. Por ello para el estilo visual, se realizó la clasificación por situaciones y se muestran los resultados en la Tabla 7 y Tabla 8.

**Tabla 7: Resultados estudiantes visuales que no realizaron una lúdica**

Situación	Total.Estudiantes	Cantidad	Porcentaje
Aumentó	69%	8	73%
Continuo Igual	13%	1	9%
Disminuyó	18%	2	18%
Total	100%	11	100%

**Tabla 8: Resultados estudiantes visuales que realizaron una lúdica**

Situación	Total.Estudiantes	Cantidad	Porcentaje
Aumentó	69%	14	67%
Continuo Igual	13%	3	14%
Disminuyó	18%	4	19%
Total	100%	21	100%

En el estilo de aprendizaje visual, el estudiante aprende mejor por medio de diagramas de flujo, gráficos o videos, asimismo le ayudan las demostraciones. Las lúdicas, pueden apoyarse de recursos visuales, por lo general, videos o gráficas, además, de utilizar herramientas que ayudan a captar la atención del participante

como, las fichas LEGO y de igual forma, se puede integrar como objetivo el desarrollo de flujogramas de procesos representados por medio de la lúdica.

En este caso, en las lúdicas realizadas se utilizaron fichas LEGO, papel seda, tableros de juego, videos ilustrativos o presentaciones demostrativas; donde los participantes con este estilo podían apoyarse o entender de mejor manera los conceptos implicados. Respecto a los resultados obtenidos, de todos los participantes un 66% realizó alguna lúdica en su curso, donde el 67% mejoró al comparar las pruebas A y B, sin embargo, al contrastar este resultado con el 73% de las personas que mejoraron sin realizar las lúdicas, puede que lo que se planteó anteriormente, en este caso, no apoye lo que se pensó en un inicio. Si bien el último porcentaje es alto, se debe tener en cuenta la diferencia de participación de los dos subconjuntos (con lúdicas y sin lúdicas) en el conjunto total estudiantes que aprenden de manera visual.

Para los estudiantes donde la situación antes y después de las pruebas de contraste, continuó igual, se observó que las personas con lúdica obtuvieron un porcentaje menor respecto a los que no la realizaron. Al igual que en la dimensión anterior, el resultado puede ser favorable o desfavorable dependiendo del nivel de calificación del participante. Por último, respecto a los porcentajes presentes para las personas donde la situación empeoró, además de múltiples factores que pueden afectar los resultados de la persona; puede existir el caso, en donde las herramientas visuales presentadas durante la lúdica no fueran suficientes para apoyar la clase magistral.

Ahora bien, para el estudiante que aprende mejor por medio del estilo verbal que, por lo general, prefiere la información de forma hablada o escrita, debido a que, la recuerdan mejor; la clase magistral, es la forma ideal para esta persona desarrolle sus conocimientos y se apropie de los conceptos. En este caso, el estudiante con este estilo tuvo la oportunidad de realizar la lúdica, aunque su mejora fue baja (de 0,2 milésimas) y el nivel de la nota se considera no aceptable, por medio de la encuesta realizada, el estudiante expresó que la lúdica aclaró bastante los



conceptos estudiados posteriormente en su clase, de igual forma, enunció que respecto a los conceptos vistos antes de la clase la aclaración fue de forma mínima; de esta manera, logra tener un impacto positivo en el estudiante aun si su estilo de aprendizaje no se alinea con este tipo de actividades.

### 5.3.1.1.3 Cómo prefiere el estudiante procesar la información que percibe: ¿Activamente o reflexivamente?

En este caso, el número de estudiantes fue menor en comparación con las dimensiones anteriores, sin embargo, predominó el estilo activo con 7 estudiantes, mientras que, para el estilo reflexivo se contó con 2 estudiantes. Los resultados de los estudiantes activos se muestran en la Tabla 9 y Tabla 10.

**Tabla 9: Resultados estudiantes activos que no realizaron una lúdica**

Situación	Total.Estudiantes	Cantidad	Porcentaje
Aumentó	71%	2	67%
Continuo Igual	0%	0	0%
Disminuyó	29%	1	33%
Total	100%	3	100%

**Tabla 10: Resultados estudiantes activos que realizaron una lúdica**

Situación	Total.Estudiantes	Cantidad	Porcentaje
Aumentó	71%	3	75%
Continuo Igual	0%	0	0%
Disminuyó	29%	1	25%
Total	100%	4	100%

Los personas con estilo de aprendizaje activo, les resulta mejor cuando discuten o explican a otros, lo aprendido; en el caso de la lúdicas seleccionadas y aplicadas en el experimento, dos contaron con un espacio para la discusión de los resultados obtenidos por cada grupo de trabajo, donde los estudiantes, como se mencionó, argumentaban y debatían sobre las preguntas guías dadas por el experimentador, de esta manera, los estudiantes podían explicar con sus propias palabras a sus compañeros lo que lograron aprender por medio de la lúdica.

En este estilo, a diferencia de los anteriores se observó que los resultados presentaron una división notoria, debido a que, se segmentaron en dos situaciones donde el estudiante aumentó o disminuyó su nota; además se debe destacar que la cantidad de estudiantes en este estilo es relativamente pequeña en comparación con los otros estilos. A partir de lo anterior, en el caso de los estudiantes que no efectuaron la lúdica, el 67% obtuvo una aumentó en su nota, no obstante, de las personas que hicieron la lúdica un 75% mejoró su calificación. De esta manera, se corrobora que tener un espacio adecuado de debate para los estudiantes, si tiene un impacto en ellos, además este es el aspecto más relevante para los estudiantes participantes del experimento según las encuestas realizadas.

Por otra parte, dos estudiantes con estilo de aprendizaje reflexivo tuvieron la oportunidad de participar en alguna lúdica y obtuvieron una mejora al comparar la prueba A y B, con un aumento de 0,4 y 1,7 respectivamente. A pesar de que las personas con este estilo de aprendizaje, por lo general, sienten afinidad cuando trabajan solos y tienen el espacio para reflexionar la información brindada, la lúdica puede ser un apoyo para inspeccionar más a fondo las situaciones presentadas o de retener la información brindada, que permite al estudiante desarrollar el trabajo en conjunto y la delegación de roles dentro de una situación presentada. No obstante, el resultado también puede ser producto de la clase magistral y la metodología de enseñanza del profesor.

#### **5.3.1.1.4 Cómo logra entender el estudiante: ¿Secuencialmente o globalmente?**

Para la última dimensión del modelo Felder – Silverman, se obtuvo un total de 5 personas secuenciales y 2 globales. En la Tabla 11 y Tabla 12 se muestran los resultados para los estudiantes con estilo de aprendizaje secuencial.

**Tabla 11: Resultados estudiantes secuencial que no realizaron una lúdica**

Situación	Total.Estudiantes	Cantidad	Porcentaje
Aumentó	80%	1	100%
Continuo Igual	0%	0	0%
Disminuyó	20%	0	0%
Total	100%	1	100%

**Tabla 12: Resultados estudiantes secuencial que realizaron una lúdica**

Situación	Total.Estudiantes	Cantidad	Porcentaje
Aumentó	80%	3	75%
Continuo Igual	0%	0	0%
Disminuyó	20%	1	25%
Total	100%	4	100%

Para este conjunto de datos, primero se debe destacar que, a diferencia de las dimensiones anteriores, son pocos los estudiantes con este estilo y 4 de 5 estudiantes participantes, realizaron alguna lúdica durante el experimento. A partir de lo anterior, el participante que no efectuó la lúdica obtuvo una mejora al comparar los resultados de la prueba de contraste. Mientras que, los estudiantes que participaron de la lúdica, tres aumentaron su nota y 1 disminuyó. Ahora, este estilo se caracteriza por aprender con pequeños pasos, de forma lineal siguiendo los pasos lógicos para solucionar los problemas.

Si bien, la lúdica plantea una situación que hace que el estudiante proponga soluciones con lo aprendido, además de apoyar a aclarar los conceptos de la clase; el pensamiento de un Ingeniero Industrial requiere una visión sistemática dejando a un lado lo lineal. Sin embargo, con los resultados se puede observar que la aplicación de un lúdica impactar en el estudiante de forma positiva, hasta el punto de desarrollar el pensamiento sistémico y comprender las relaciones no lineales que existen en un contexto dado.

Por último, la personas con estilo de aprendizaje global son aquellos que visualizan la totalidad de un problema, logran obtener respuestas rápidas a situaciones

complejas y pueden explicar como lo hicieron. En este caso, dos estudiantes tenían este estilo y uno realizó la lúdica mientras que, el otro continuó con la clase magistral normal; el primero, obtuvo una mejora de 1 punto y paso de un nivel de calificación bajo a uno aceptable. Entre tanto, el segundo estudiante, empeoró, paso de una calificación aceptable a una desfavorable para el mismo.

Los resultados y clasificaciones se pueden ver a detalle en el anexo electrónico *División Estilos Aprendizaje* en la *Hoja 1 Estilo*.

### **5.3.1.2 Estudiantes con 2 estilos de aprendizaje**

Ahora bien, se encontraron nueve conjuntos de estilos de aprendizajes, sin embargo, para el análisis se tuvo en cuenta los conjuntos más representativos, es decir, los que mayor participación de estudiantes tenían; en este caso son: activo – visual y sensorial – visual. Para el primero, se contó con 8 estudiantes y el segundo con 6 (*Ver Anexo 8*). Se utilizó la misma metodología que en el caso de los estudiantes con un estilo de aprendizaje, donde se realizó una clasificación por la situación del estudiante, además de diferenciar los resultados en los conjuntos que realizaron la lúdica y los que no.

#### **5.3.1.2.1 Estilo de aprendizaje Activo- Visual**

Como se mencionó, para este estilo de aprendizaje se contó con 8 estudiantes y los resultados de este grupo se muestran en la Tabla 13 y Tabla 14.

**Tabla 13: Resultados estudiantes activo-visual que no realizaron una lúdica**

<b>Situación</b>	<b>Total.Estudiantes</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
Aumentó	63%	1	100%
Continuo Igual	0%	0	0%
Disminuyó	38%	0	0%
Total	100%	1	100%

Tabla 14: Resultados estudiantes activo-visual que realizaron una lúdica

Situación	Total.Estudiantes	Cantidad	Porcentaje
Aumentó	63%	4	57%
Continuo Igual	0%	0	0%
Disminuyó	38%	3	43%
Total	100%	7	100%

En este caso, el estudiante aprende o siente afinidad por medio de dos dimensiones, respecto a lo visual, la persona percibe mejor la información por medio de herramientas gráficas, como diagramas. Pero adicionalmente, procesa esa información cuando la aplica o la demuestra. Las lúdicas son una herramienta que fusiona los elementos necesarios para los dos estilos de aprendizaje, por una parte, el uso de las fichas de LEGO o tableros de juego, además de presentaciones dinámicas; esto se une con el uso de los recursos para desarrollar o aplicar actividades dentro de un contexto. Por ejemplo, en el caso de Proceso Estocásticos, el tablero fue una ayuda visual para que el estudiante logrará comprender el concepto de paso dentro de una cadena de Markov, por medio de las diferentes rondas el estudiante interactuaba, con el tablero y comprendía la relación a medida que jugaban. Al final, en el espacio de debate al final de la lúdica, se observó que, al preguntar por este concepto, los mismos estudiantes explicaron a sus compañeros que era un paso y por qué, el tablero ayudaba a comprender este concepto.

Ahora, respecto a los resultados obtenidos solo un estudiante no logró participar en una de las lúdicas realizadas, mientras que, de las personas que realizaron la lúdica cuatro obtuvieron una mejora, que puede soportar lo mencionado antes, los estudiantes, lograron conectar las herramientas visuales presentadas con los conceptos aprendidos en la clase magistral.

### 5.3.1.2.2 Estilo de aprendizaje Sensorial – Visual

En este caso, el número de estudiantes con estos estilos fueron 6, donde cinco realizaron alguna de las lúdicas durante el experimento, los resultados se muestran en la Tabla 15 y Tabla 16.

Tabla 15: Resultados estudiantes sensorial-visual que no realizaron una lúdica

Situación	Total.Estudiantes	Cantidad	Porcentaje
Mejóro	83%	1	100%
Continuo Igual	17%	0	0%
Empeoró	0%	0	0%
Total	100%	1	100%

Tabla 16: Resultados estudiantes sensorial-visual que realizaron una lúdica

Situación	Total.Estudiantes	Cantidad	Porcentaje
Mejóro	83%	5	83%
Continuo Igual	17%	1	17%
Empeoró	0%	0	0%
Total	100%	6	100%

Para este tipo de estilo, percibe la información de manera sensorial, lo que significa que, prefieren lo concreto, los hechos; además gustan del trabajo práctico y prefieren ver las conexiones de lo que hacen con el mundo real, de forma adicional, esa información es observada de mejor manera, por medios visuales, como los gráficos. Las lúdicas, buscan que el estudiante de Ingeniería Industrial descubra las conexiones de lo realizado en las diferentes materias (talleres, casos de estudio) y de esta manera, que logre proyectarse, en los diferentes escenarios existentes, de esta manera, lograr comprender las conexiones existentes en un ámbito real.

Respecto a los resultados obtenidos, los estudiantes con esta fusión de estilos de aprendizaje obtuvieron buenos resultados, debido a que, el 83% mejoró y 17% continuó igual; a partir de esto, se puede decir, que los estudiantes lograron interactuar de forma adecuada con la lúdica presentada. Por ejemplo, en el caso del curso de Simulación Discreta, para el estudiante era importante comprender las

relaciones de cada elemento del sistema de producción y sus conexiones, con el fin de llevar esas mismas relaciones al software requerido, con el objetivo de mostrar, el escenario simulado más cercano a la realidad.

Los resultados y clasificaciones se pueden ver a detalle en el anexo electrónico *División Estilos Aprendizaje* en la *Hoja 2 Estilos*.

### **5.3.1.3 Estudiantes con 3 y 4 estilos de aprendizaje**

En primero lugar, para el conjunto de estudiantes con 3 estilos de aprendizaje el 50% poseía los estilos sensorial, visual y secuencial (Anexo 9), donde se concluye que los estudiantes prefieren aprender a partir de los hechos y con materiales de aprendizaje concretos. Por tal motivo, los materiales visuales son de gran ayuda para los estudiantes que poseen estos estilos de aprendizaje, ya que poseen afinidad por aprender mediante pasos secuenciados y lógicamente ordenados. Regularmente, este tipo de estudiantes tienden a ser muy prácticos y ordenados a la hora de desarrollar las actividades lúdicas, debido a que tienen más facilidad para explicar lo que comprenden.

Por último, solo se registraron 2 personas con cuatro estilos de aprendizaje (Ver Anexo 10). Los estilos de aprendizaje encontrados en los estudiantes fueron: activo, sensorial, visual, global o secuencial. No se puede concluir que los estudiantes con más estilos de aprendizaje van a aprender un poco más, por el contrario, según lo observado, este tipo de alumnos aprenden en pequeñas etapas que van mejorando con el tiempo y, de esta manera, tienen un progreso de aprendizaje y están más interesados en los detalles que pueden observar del proceso.

### **5.3.2 Clasificación por Taxonomía de Bloom**

Para la clasificación de las lúdicas a partir de la taxonomía de Bloom, se analizó a partir de la experiencia de los experimentadores, los conceptos y verbos para los diferentes niveles de la taxonomía, en la Ilustración 23 se muestra un recorte de la tabla que se puede ver a detalle en el anexo electrónico *Clasificación Taxonomía Bloom*.

A	B	C	D
Nivel	Planificación y Optimización de Operaciones	La Ruta del Azúcar	Diseño del Sistema de Producción de Ramos de Flores de Papel
Conocimiento			
Comprensión		Se evidencia que durante la discusión realizada después de la lúdica, los estudiantes son capaces de encontrar la relación de los conceptos aprendidos y la situación planteada por medio de la lúdica, ellos mismos encargan de explicar de forma clara cada concepto y su relación con la lúdica aplicada	Los estudiantes deben interpretar la situación planteada por medio de la lúdica y asociar los elementos necesarios para crear la simulación, de esta manera crean relaciones entre los conceptos y metodología explicada durante la clase.
	El objetivo de la lúdica planteaba que el estudiante logrará identificar algunos de los elementos necesarios		Después de realizar la lúdica los estudiantes deben

**Ilustración 23: Ejemplo tabla clasificación según taxonomía de Bloom**

A partir de la clasificación, donde se tuvo en cuenta, la metodología, recursos, discusiones y demás elementos que conforman una lúdica; se logró observar que en la creación y aplicación una lúdica pueden estar involucrados más de un nivel de la taxonomía de dominios. Por ejemplo, la lúdica utilizada en el curso de Procesos Estocásticos denominada *“La ruta del azúcar”* se categorizó en dos niveles comprensión y síntesis. El primero debido a que, en la discusión al final de la actividad se logra que el estudiante traduzca los conceptos de la clase a un contexto que se aproxima a la realidad, de esta manera, encuentra las relaciones existentes y cómo influyen en el sistema. Mientras que, en el nivel de síntesis, el estudiante lograba dar respuesta a situaciones hipotéticas planteadas a partir de los datos y recursos presentados a inicio.

Ahora, la Taxonomía de Bloom es una herramienta por medio de la cual, los educadores siguen un nivel jerárquico desde lo simple a lo complejo, de esta manera se planteó la idea de avanzar a través de los niveles y alcanzar el más alto, en este caso, la lúdica puede ser un herramienta de apoyo en más de un nivel de la taxonomía, como se observa en el anexo, de forma que el profesor pueda integrar esta herramienta a la clase magistral y con otro tipo de ayudas, con el fin de que el estudiante avance a través de los diferentes niveles y alcance, llegue a lo más alto de la jerarquía, donde estará en la capacidad de contrastar, interpretar y juzgar; a partir del conocimiento adquirido a lo largo de los niveles.



#### 5.4 Objetivo 4: Generar reflexión con los profesores del Programa de Ingeniería Industrial, a partir de la presentación de resultados de los experimentos.

Para este objetivo, en primero lugar se indagó sobre la cantidad de profesores del Programa de Ingeniería Industrial (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), en este caso, se contó con 26% de profesores tiempo completo y 74% de profesores hora cátedra. Por otra parte, se consideró importante conocer el nivel de reconocimiento de las lúdicas por parte del personal docente del Programa, debido a esto, se realizó una encuesta; sin embargo, el porcentaje de participación fue bajo para profesores tiempo completo y hora cátedra con un 24% y 25% respectivamente.

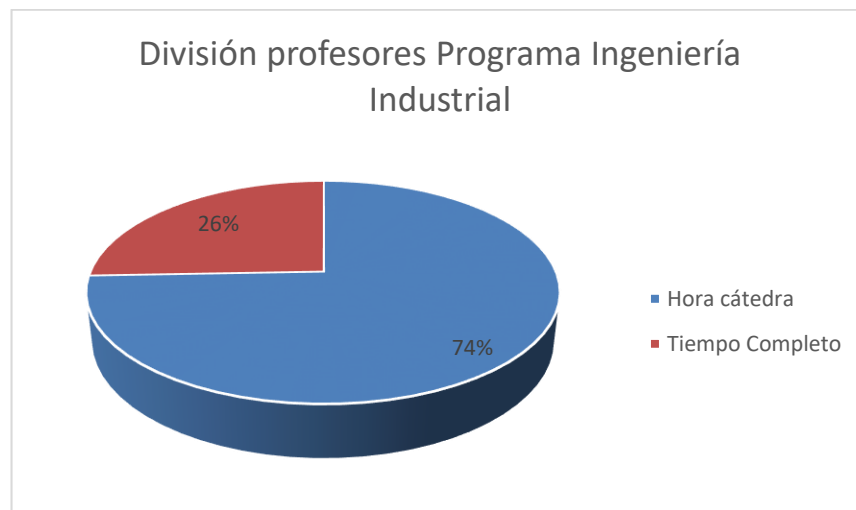


Ilustración 24: División profesores Programa Ingeniería Industrial

Con el conjunto de datos obtenidos, se observó que la mayoría tenía una definición acertada del concepto de lúdica y gamificación, a pesar de no utilizar esta herramienta. Ahora bien, se encontró que el 58% no conocía la base de lúdicas del Programa, no obstante, un 64% si había utilizado alguna lúdica en sus cursos y el 100% de este último conjunto, aplica al menos una lúdica semestralmente.

A partir del desarrollo del experimento y las diversas reuniones realizadas con los profesores de los cursos seleccionados, se inició un proceso de socialización, que

a su vez genera un impacto, debido a que, los profesores participantes conocen a detalle la metodología para la construcción y aplicación de una lúdica. De esta manera, durante el experimento se logró impactar un 12,5% de los profesores hora cátedra y un 36% de tiempo completo.

De igual manera, con el desarrollo del experimento y las pruebas realizadas hasta el momento, se ha logrado aumentar el impacto en los profesores que no aplicaban gamificación o lúdicas durante sus clases, debido a que, se explica la metodología necesaria para aplicar una lúdica y los elementos que esta misma posee. En el desarrollo de esta investigación, desde el comienzo hasta la actualidad, se ha impactado al 12,5% de los profesores hora cátedra y al 36% de tiempo completo; de tal forma, fomentará el uso de este tipo de herramientas de apoyo.

No obstante, el objetivo de la investigación abarca a todos los profesores del Programa, por ende y debido a la dificultad de reunir a todos los docentes en un solo lugar, se diseñó y creó una presentación interactiva; donde se explicó a detalle el desarrollo del experimento, los resultados y análisis obtenidos, asimismo se incluyó conclusiones generales del experimento y recomendaciones, con base en las vivencias de los experimentadores, al igual que las de los estudiantes participantes. *La presentación será enviada a los profesores en la semana 13 con el fin de recibir la retroalimentación correspondiente y recolectar los respectivos datos.*

Esta presentación se puede observar a detalle en el *Anexo Electrónico: PresentaciónResultados*

## **6 Discusión de resultados**

### **6.1 Conclusiones**

Después de realizar el experimento y a partir de la información recolectada se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Para los cursos del área de Modelamiento, existen pocas lúdicas que logren alinearse con los objetivos terminales y específicos de los cursos, por ende, fue necesario crear o adaptar las lúdicas existentes con el fin de obtener un buen resultado.
- En los cursos de Investigación de Operaciones y Procesos Estocásticos no se obtuvieron cambios significativos con la implementación de lúdicas, no obstante, los resultados fueron afectados debido a las dificultades presentadas durante el desarrollo del experimento.
- La comunicación entre el experimentador y el profesor encargado es de vital importancia, debido a que, se pueden presentar situaciones que lleven a resultados no deseados
- Para el curso de Simulación Discreta, el desarrollo de la lúdica contribuyó al logro del objetivo específico planteado, de esta manera, esta actividad complementaria ayuda a que el estudiante, por medio de la interacción con un sistema, reconozca los elementos necesarios para la conceptualización de un modelo de simulación.
- En general, la lúdicas propician un espacio para la discusión de los resultados obtenidos, donde el profesor, puede indagar sobre los conceptos desarrollados en clase, al tiempo que genera una interacción más dinámica con el estudiante.
- Al realizar un análisis cualitativo sobre los cursos participantes, permitió obtener resultados que no son evidenciados por medio de lo cuantitativo. De esta

manera, a pesar de que los hallazgos en los cursos de Investigación de Operaciones y Procesos Estocásticos, evidencian poco impacto de las lúdicas las opiniones recolectadas expresan que este tipo de actividad complementaria sí aportó en el proceso de aprendizaje de forma positiva.

- Para los estilos de aprendizaje activo, visual y sensorial; los elementos de la lúdica se alinean con su forma de aprender, por ende, permiten que los conceptos y procedimientos de la clase sean comprendidos de forma efectiva.
- Se evidenció que para los estilos verbal, reflexivo, global y secuencial la lúdica sí representó un impacto y contribuye a mejorar el desempeño, no obstante, la participación de la población de estudio fue relativamente baja.
- Las lúdicas aportan a las combinaciones de estilos como: activo – visual, sensorial - visual, debido a que, por medio de la lúdica se desarrollan diferentes elementos de cada uno de ellos de forma sistemática.
- Se puede crear un método de enseñanza apoyado de lúdicas, que logré cumplir con los objetivos educativos presentes en los diferentes niveles de conocimiento de Bloom. De esta manera, los niveles que no pueden ser alcanzados por medio de la lúdica pueden ser explorados por el método de enseñanza tradicional.

## **6.2 Recomendaciones**

- Las lúdicas deben estar alineadas con los objetivos terminales y específicos, para lograr un mejor impacto y uso de esta herramienta, de lo contrario durante el desarrollo se pueden generar situaciones que no contribuyan en el proceso de aprendizaje del estudiante.
- Es importante en el momento de realizar la lúdica la actitud y disposición tanto de los profesores como monitores, para generar motivación en el estudiante, es

vital que las personas que dirigen actúen con el mismo interés que se busca en el estudiante.

- Es un factor muy importante para el desarrollo adecuado del experimento, que el profesor deba estar bien informado sobre las etapas y actividades a aplicar, de manera que entienda que su papel es fundamental para lograr un buen resultado.
- Si quiere un verdadero impacto, se debe iniciar por crear una cultura en los profesores y estudiantes acerca el uso e importancia de las lúdicas en el proceso de aprendizaje, por lo general, los estudiantes no tenían un compromiso alto debido a que, el uso de este tipo de herramienta era nuevo.
- Si se desea repetir el experimento se debe tener en cuenta todas las variables que afectaron el desarrollo de los distintos escenarios explorados en este proyecto, como la comunicación experimentador – profesor y los equipos de tecnología necesarios.
- Se obtuvo conclusiones sobre una población de estilos de aprendizaje con poca participación (verbal, reflexivo, global, secuencial), en próximos experimentos, se debe utilizar un diseño experimental donde, las poblaciones estén definidas de forma aleatoria y no preestablecidas, a partir de esto observar el comportamiento dichos estilos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Pérez Porto, J., & Gardey, A. (2008). Definición de aprendizaje — Definicion.de. Recuperado de: <https://definicion.de/aprendizaje/>
- Alejaldre, L., & García, A. M. (2014). Gamificar: el uso de los elementos del juego en la enseñanza de español. *Centro Virtual Cervantes*, 73–83. Retrieved from [http://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca\\_ele/aepe/pdf/congreso\\_50/congreso\\_50\\_09.pdf](http://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca_ele/aepe/pdf/congreso_50/congreso_50_09.pdf)
- Connolly, T. M., Stansfield, M., & Hainey, T. (2007). An application of games- based learning within software engineering. *British Journal of Educational Technology*. *British Journal of Educational Technology*, 38, 416–428. <https://doi.org/doi:10.1111/j.1467-8535.2007.00706.x>
- Corbin, J. (2016). Los 12 estilos de aprendizaje: ¿en qué se basa cada uno? La explicación científica que está detrás de cada estilo de aprender. *04 de Noviembre De*.
- Díaz, C. (2017). *Grado en Educación Primaria La gamificación en una Unidad Didáctica como herramienta para que la Historia resulte atractiva*. Universidad de Valladolid.
- Durán, E. B., & Costaguta, R. N. (2007). Minería de datos para descubrir estilos de aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42(2), 6. Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2257158&info=resumen&idioma=SPA>
- Felder, R. M., & Silverman, L. K. (2002). Learning and teaching styles and libraries. *Abstracts*, 78(June), 674–681. Retrieved from <https://www.engr.ncsu.edu/wp-content/uploads/drive/1QP6kBI1iQmpQbTXL-08HSI0PwJ5BYnZW/1988-LS-plus-note.pdf>
- Hernandez, R., Fernández, C., & Baptista, M. del P. (2004). Metodología de la investigación. In *Metodología de la investigación* (6th ed.). <https://doi.org/> ISBN 978-92-75-32913-9
- Lee, J. J., & Hammer, J. (2011). Gamification in Education : What , How , Why Bother ? What : Definitions and Uses. *Academic Exchange Quarterly*, 15, 1–5. Retrieved from <https://wwwcs.uwstout.edu/soe/profdev/resources/upload/Lee-Hammer-AEQ-2011.pdf>
- López, D. ., & Mejía, L. . (2014a). Aplicación de una lúdica en el salón de clase para enseñanza de la ingeniería industrial. Caso ingeniería de métodos. *Entre Ciencia e Ingeniería*, ISSN 1909-8367, 8(15), 90–99. <https://doi.org/10.31908/19098367.2239>
- López, D. ., & Mejía, L. . (2014b). para enseñanza de la ingeniería industrial . Caso ingeniería de métodos Applying ludic in the classroom when teaching Industrial

- Engineering . Case Engineering of Methods. *Entre Ciencia e Ingeniería*, ISSN 1909-8367 Año 8. No. 15 – Primer Semestre de 2014, Página 90 - 99, (15), 90–99. <https://doi.org/10.31908/19098367.2239>
- López, D. ., & Mejía, L. . (2017). Una mirada a las estrategias y técnicas didácticas en la educación en ingeniería. Caso Ingeniería Industrial en Colombia. *Entre Ciencia e Ingeniería*, ISSN 1909-8367 Año 11. No. 21 – Primer Semestre de 2017, Página 90 - 99, (21), 123–133. <https://doi.org/10.31908/19098367.3290>
- Montes, J. O., Hernández, H. E., López, J. M., & Chica, J. Á. (2010). Como Herramienta Metodológica En El Aprendizaje Y La Enseñanza De La. *Revista Educación En Ingeniería*, 9, 37–48.
- Sánchez Carmona, A., Robles, S., & Pons, J. (2017). A GAMIFICATION EXPERIENCE TO IMPROVE ENGINEERING. *Journal of Technology and Science Education*, 7(2), 150–161. <https://doi.org/10.3926/jotse.246>
- Senge, P. M., Kleiner, A., Roberts, C., Ross, R., & Smith, B. (2006). La Quinta Disciplina en la Práctica: Estrategias para el pensamiento sistémico. *Granica S.A.*, 81. Retrieved from <ftp://ftp.icesi.edu.co/farenas/laquintadisciplinaenlapractica.pdf>
- Velasco, F., Felipe, W., Roberto, J., Leonardo, J., Jeyson, V., Mora, R., ... Fernando, R. (2018). *Diseño de una aplicación móvil para apoyar el proceso de enseñanza para los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana en la asignatura de Optimización* . Pontificia Universidad Javeriana.

## ANEXOS

### Anexo 1. Ficha Resumen Investigación de Operaciones



#### Características:

- Los grupos experimentales estaban a cargo de un mismo profesor, por ende se manejó un mismo método de enseñanza.

-A partir de reuniones preliminares se decidió utilizar la lúdica *Planificación y Optimización de Operaciones*, que se alineaba con el objetivo específico que se encontraba en la unidad 2 del plan curricular de la materia: *Fundamentos y aplicaciones de la programación lineal*.

- La metodología utilizada fue tener dos grupos experimentales, en el primero se realizaría el método de enseñanza acompañado con la lúdica planteada mientras que, en segundo se continuaría con el método de enseñanza del profesor.

- Los estudiantes durante las sesiones de clase con su respectivo profesor, realizaron ejercicios preliminares sobre Programación Lineal PL.

- A partir de la lúdica el estudiante debía reconocer las restricciones de un modelo de PL sujetos a recursos, materiales y demanda. Para posteriormente, realizar la formulación del modelo. Se observó participación activa por parte de los estudiantes, con preguntas y aportes durante la actividad.

- Después de la aplicación de la lúdica, se pretendía realizar la prueba A pero por límite de tiempo, fue enviada vía correo y de forma grupal, de igual forma se estableció un tiempo entrega.

- Para el grupo 1 durante la prueba de contraste A se observó confusión por parte de los estudiantes debido a que, surgían muchas dudas sobre el ejercicio y su estructura.

- La aplicación de la prueba de contraste B no fue en horario de clases, por el contrario se envió por correo, debido a que, su realización interfería con el desarrollo del curso.



## Anexo 2. Pruebas de bondad y ajuste datos Investigación de Operaciones

### Distribuciones Evaluadas

#### autofit of distributions

distribution	rank	acceptance
Uniform(3.2, 5)	77.4	do not reject
Normal(4.06, 0.506)	56.7	do not reject
Lognormal(-0.909, 1.6, 0.102)	54.8	do not reject
Exponential(3.2, 0.861)	0.159	reject

### Valor P para las pruebas de bondad y ajuste

#### Normal

mean = 4.06081  
sigma = 0.505795

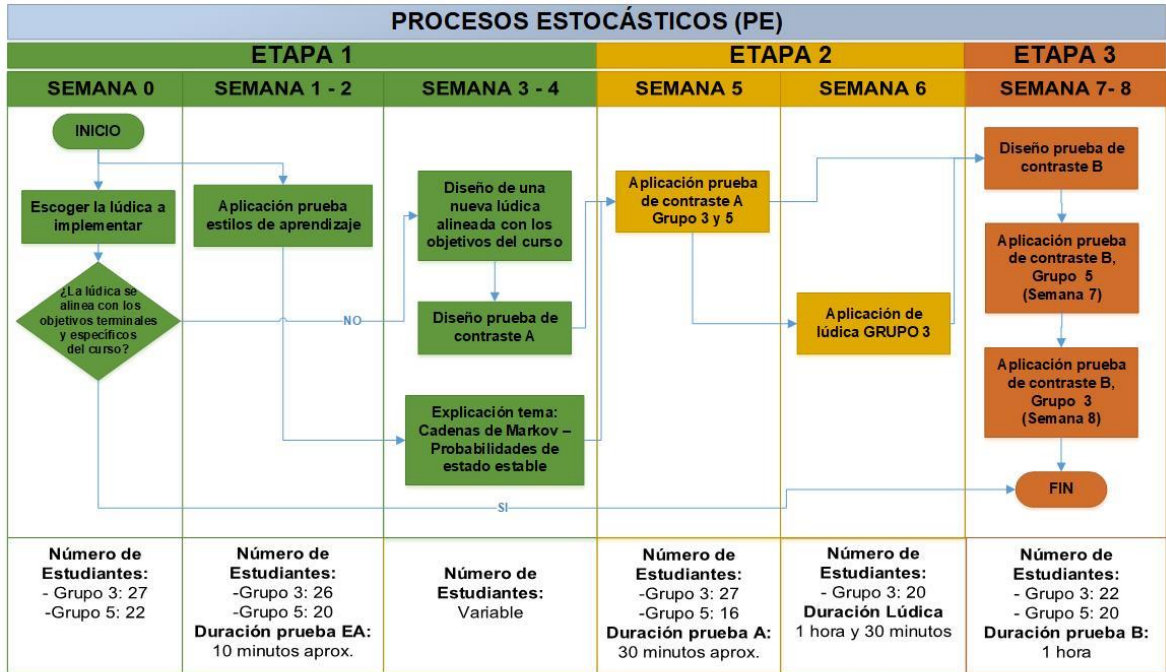
#### Kolmogorov-Smirnov

data points 37  
ks stat 0.137  
alpha 0.05  
ks stat(37,0.05) 0.218  
p-value 0.456  
result DO NOT REJECT

#### Anderson-Darling

data points 37  
ad stat 0.731  
alpha 0.05  
ad stat(0.05) 2.49  
p-value 0.533  
result DO NOT REJECT

### Anexo 3. Diagramación metodología implementada Procesos Estocásticos



**Características:**

- Los grupos experimentales estaban a cargo de un mismo profesor, por ende se manejó un mismo método de enseñanza.
- A partir de reuniones preliminares se creó una lúdica que se alinea al objetivo específico de la Unidad 1: Cadenas de Markov y los procesos Markovianos; se tituló *La Ruta de Azúcar*. Lo anterior debido a que, existía una sola lúdica para el curso pero por el alcance del proyecto no podía ser realizada, además el profesor expresó la necesidad de una lúdica para el tema escogido.
- La metodología utilizada fue tener dos grupos experimentales, en el primero se realizaría el método de enseñanza acompañado con la lúdica planteada mientras que, en segundo se continuaría con el método de enseñanza del profesor.
- Los estudiantes desarrollaron todos los temas asociados a la unidad antes de realizar la lúdica correspondiente.
- La lúdica planteaba un contexto de alquiler de automóviles, donde existe una probabilidad distinta para que un automóvil pase de una ciudad a otra, que dependía de la ciudad en donde se encontraba, estas probabilidades estaban dadas por el lanzamiento de dos dados que, a su vez, incluían el factor aleatorio al proceso. A partir de las diferentes rondas el estudiante debía encontrar las probabilidades de estado estable de las ciudades.
- La prueba B se realizó en distintos instantes de tiempo con el objetivo de evitar que la comunicación entre los grupos del curso afectará los resultados del experimento.
- Durante el desarrollo de la prueba B el grupo 3 no contó con la herramienta de Excel, lo que afectó el desempeño de los estudiantes.

## Anexo 4. Pruebas de bondad y ajuste datos para el curso de Procesos Estocásticos

### Distribuciones evaluadas datos Prueba A

autofit of distributions

distribution	rank	acceptance
Normal(2.38, 1.18)	100	do not reject
Lognormal[-749, 6.62, 0.00158]	98.8	do not reject
Uniform(0, 5)	1.88	reject

### Valor P para las pruebas de bondad y ajuste datos Prueba A

#### Normal

mean = 2.38379  
sigma = 1.1842

#### Kolmogorov-Smirnov

data points 29  
ks stat 0.229  
alpha 0.05  
ks stat(29,0.05) 0.246  
p-value 0.0814  
result DO NOT REJECT

#### Anderson-Darling

data points 29  
ad stat 0.999  
alpha 0.05  
ad stat(0.05) 2.49  
p-value 0.358  
result DO NOT REJECT

### Distribuciones evaluadas datos Prueba B

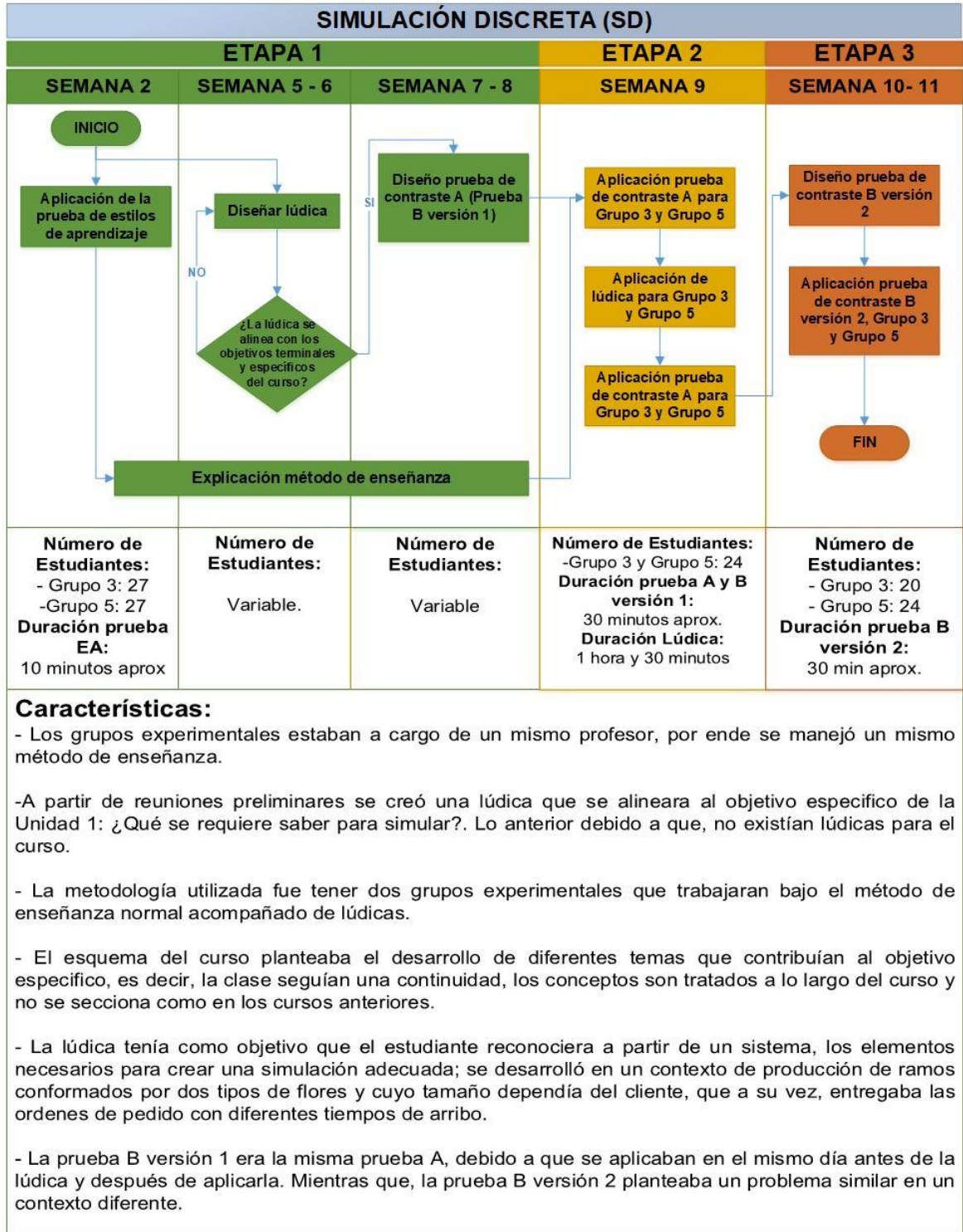
autofit of distributions

distribution	rank	acceptance
Lognormal[-749, 6.62, 0.0019]	100	do not reject
Normal(3.27, 1.43)	99.4	do not reject
Uniform(0.25, 5)	8.78	reject

**Valor P para las pruebas de bondad y ajuste datos Prueba B**

<b>Normal</b>		
mean	=	3.27241
sigma	=	1.42832
<b>Kolmogorov-Smirnov</b>		
data points		29
ks stat		0.188
alpha		0.05
ks stat(29,0.05)		0.246
p-value		0.224
result		DO NOT REJECT
<b>Anderson-Darling</b>		
data points		29
ad stat		1.14
alpha		0.05
ad stat(0.05)		2.49
p-value		0.293
result		DO NOT REJECT

## Anexo 5. Diagramación metodología implementada curso Simulación Discreta



## Anexo 6. Pruebas de bondad y ajuste datos para el curso de Simulación Discreta

### Distribuciones evaluadas datos Prueba A

autofit of distributions		
distribution	rank	acceptance
Lognormal[-2.26, 1.4, 0.187]	100	do not reject
Normal[1.87, 0.78]	64	do not reject
Uniform[0.2, 3.9]	0.034	reject
Exponential[0.2, 1.67]	0	reject

### Valor P para las pruebas de bondad y ajuste datos Prueba A

<b>Normal</b>		
mean	=	1.86977
sigma	=	0.779545
<b>Kolmogorov-Smirnov</b>		
data points		43
ks stat		0.101
alpha		0.05
ks stat(43,0.05)		0.203
p-value		0.735
result		DO NOT REJECT
<b>Anderson-Darling</b>		
data points		43
ad stat		0.516
alpha		0.05
ad stat(0.05)		2.49
p-value		0.731
result		DO NOT REJECT

### Distribuciones evaluadas datos Prueba B1

autofit of distributions		
distribution	rank	acceptance
Lognormal[-0.101, 0.822, 0.339]	85.7	do not reject
Normal[2.31, 0.804]	85.7	do not reject
Exponential[1.2, 1.11]	0.165	do not reject
Uniform[1.2, 4.1]	0.113	reject

## Valor P para las pruebas de bondad y ajuste datos Prueba B1

<b>Normal</b>		
mean	=	2.30698
sigma	=	0.803595
<b>Kolmogorov-Smirnov</b>		
data points		43
ks stat		0.0842
alpha		0.05
ks stat(43,0.05)		0.203
p-value		0.896
result		DO NOT REJECT
<b>Anderson-Darling</b>		
data points		43
ad stat		0.565
alpha		0.05
ad stat(0.05)		2.49
p-value		0.682
result		DO NOT REJECT

## Distribuciones evaluadas datos Prueba B2

### Auto::Fit of Distributions

distribution	rank	acceptance
Johnson SB(-21.3, 26., -4.37, 1.6)	100	do not reject
Extreme Value IB(3.27, 0.766)	86.6	do not reject
Weibull(-13.4, 21.1, 16.6)	79.2	do not reject
Beta(-1.16e+003, 4.25, 1.72e+003, 2.26)	67.7	do not reject
LogLogistic(-1.98e+005, 3.42e+005, 1.98e+005)	55.3	do not reject
Logistic(2.94, 0.579)	54.1	do not reject
Triangular(-0.473, 4.41, 3.87)	17.9	do not reject
Normal(2.8, 1.09)	16.4	do not reject
Lognormal(-1.2e+003, 7.09, 9.06e-004)	16.3	do not reject

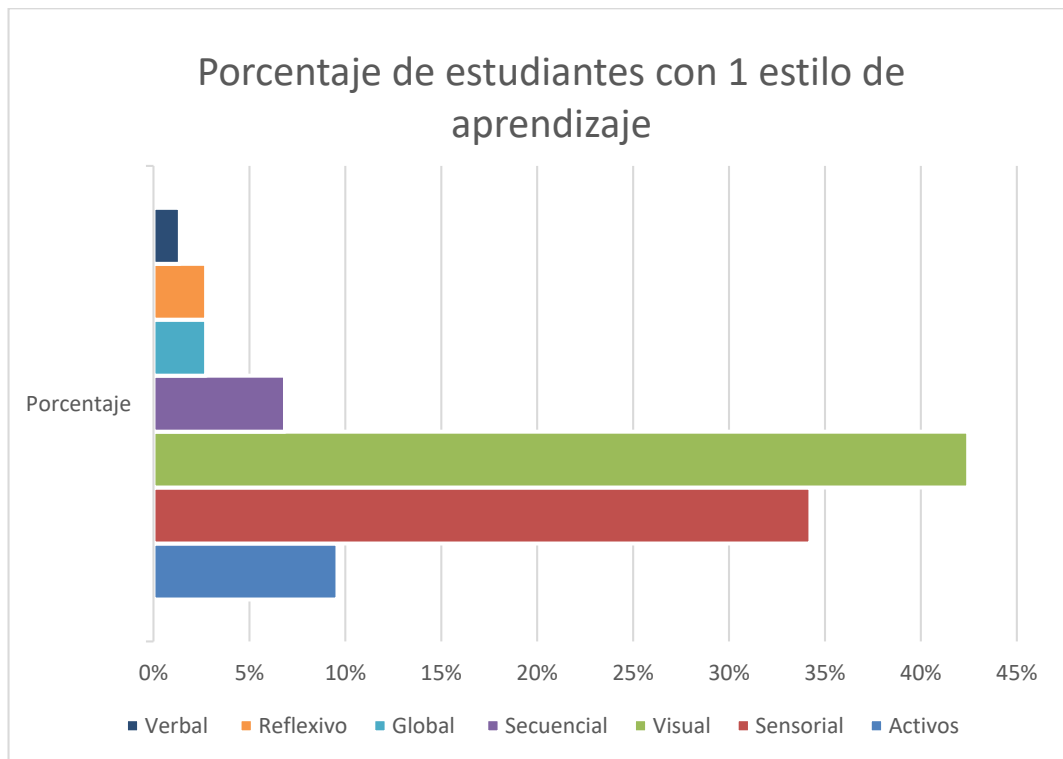
## Valor P para las pruebas de bondad y ajuste datos Prueba B1

```
Normal
  mean      =      2.80238
  sigma     =      1.08803
Kolmogorov-Smirnov
  data points      21
  ks stat          0.193
  alpha           5.e-002
  ks stat(21,5.e-002) 0.287
  p-value         0.365
  result          DO NOT REJECT
Anderson-Darling
  data points      21
  ad stat          0.859
  alpha           5.e-002
  ad stat(5.e-002) 2.49
  p-value         0.44
  result          DO NOT REJECT
```



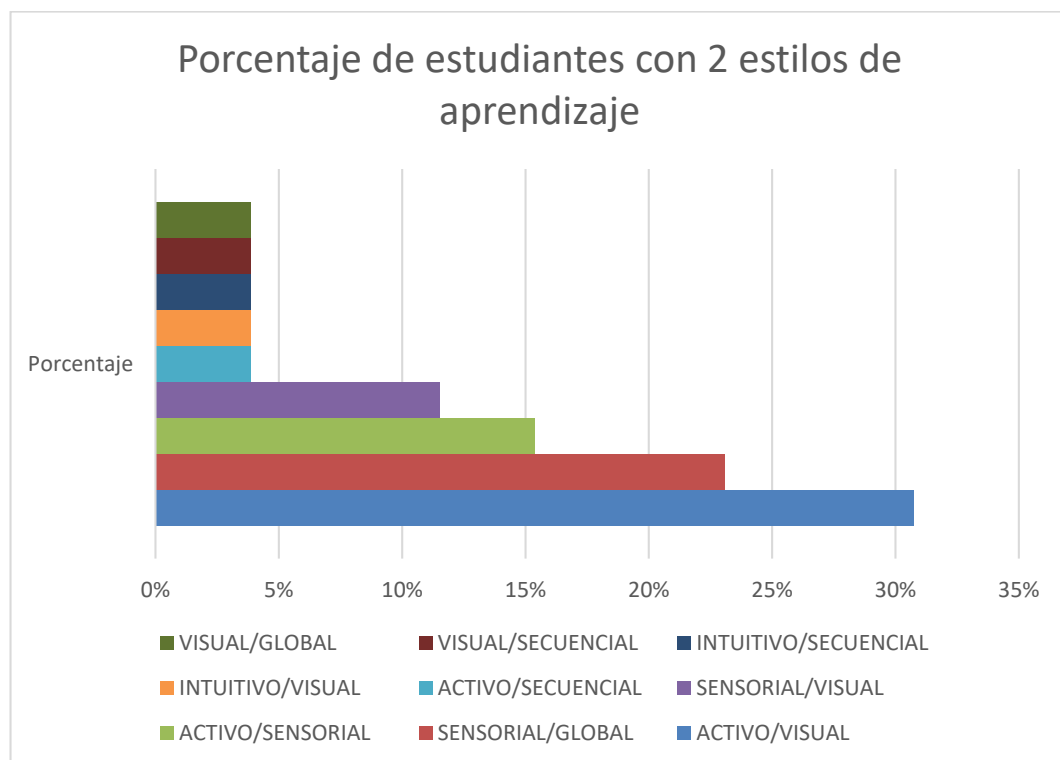
### Anexo 7. División para estudiantes con solo 1 estilo de aprendizaje

Estilos	Cantidad	Porcentaje	Realizaron Lúdica
Activos	7	9%	57%
Sensorial	25	34%	60%
Visual	32	43%	66%
Secuencial	5	7%	80%
Global	2	3%	50%
Reflexivo	2	3%	100%
Verbal	1	1%	100%
Total	74	100%	65%



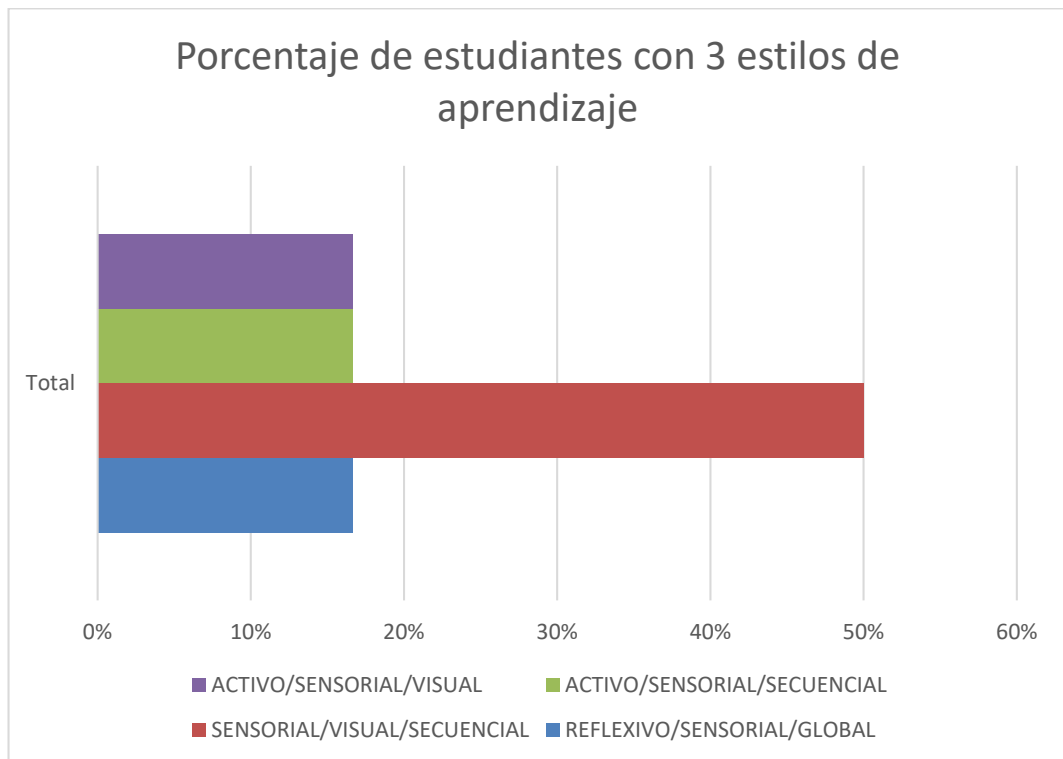
### Anexo 8. División para estudiantes con 2 estilos de aprendizaje

Estilos	Cantidad	Porcentaje
ACTIVO/VISUAL	8	31%
SENSORIAL/GLOBAL	6	23%
ACTIVO/SENSORIAL	4	15%
SENSORIAL/VISUAL	3	12%
ACTIVO/SECUENCIAL	1	4%
INTUITIVO/VISUAL	1	4%
INTUITIVO/SECUENCIAL	1	4%
VISUAL/SECUENCIAL	1	4%
VISUAL/GLOBAL	1	4%
Total	26	100%



### Anexo 9. División para estudiantes con 3 estilos de aprendizaje

Estilos	Cantidad	Total
REFLEXIVO/SENSORIAL/GLOBAL	1	17%
SENSORIAL/VISUAL/SECUENCIAL	3	50%
ACTIVO/SENSORIAL/SECUENCIAL	1	17%
ACTIVO/SENSORIAL/VISUAL	1	17%
Total	6	100%



**Anexo 10. División para estudiantes con 4 estilos de aprendizaje**

<b>Estilos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total</b>
ACTIVO/SENSORIAL/VISUAL/GLOBAL	1	50%
ACTIVO/SENSORIAL/VISUAL/SECUENCIAL	1	50%
Total	2	100%

## **Anexo 11. Reporte de Cambios y Ajustes**

Título del Proyecto : EVALUACIÓN DEL IMPACTO EN EL APRENDIZAJE CON LA IMPLEMENTACIÓN DE DIDÁCTICAS LÚDICAS ÁREA CURRICULAR DE MODELAMIENTO DEL PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD ICESI

Integrantes : Daniela Castro Gomez – Stewart Sánchez Castrillón

Lector : Fernando Quintero Moreno

<b>No.</b>	<b>Comentario</b>	<b>Respuesta/Modificación</b>
1	Redacción objetivos.	Se realizó modificación en la redacción de los objetivos específicos del proyecto
2	Falta de términos en glosario	Se agregó los términos educación superior y método de enseñanza tradicional en el glosario.
3	Tablas de objetivo 3 no claras	Se realizó una división de las tablas para una mejor comprensión de la información.
4	Conclusiones del experimento mejor redactadas	Se mejoró las conclusiones para cada experimento ajustándolas a la realidad
5	Las conclusiones deben mejorarse	Se modificó las conclusiones 8 y 9

**Firma del tutor:**

---

**María Paola Segura**

### Anexo 1. Reporte de Cambios y Ajustes

**Título del Proyecto** : EVALUACIÓN DEL IMPACTO EN EL APRENDIZAJE CON LA IMPLEMENTACIÓN DE DIDÁCTICAS LÚDICAS ÁREA CURRICULAR DE MODELAMIENTO DEL PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD ICESI

**Integrantes** : Daniela Castro Gomez – Stewart Sánchez Castrillón

**Lector** : Fernando Quintero Moreno

No.	Comentario	Respuesta/Modificación
1	Redacción objetivos.	Se realizó modificación en la redacción de los objetivos específicos del proyecto
2	Falta de términos en glosario	Se agregó los términos educación superior y método de enseñanza tradicional en el glosario.
3	Tablas de objetivo 3 no claras	Se realizó una división de las tablas para una mejor comprensión de la información.
4	Conclusiones del experimento redactadas mejor	Se mejoró las conclusiones para cada experimento ajustándolas a la realidad
5	Las conclusiones deben mejorarse	Se modificó las conclusiones 8 y 9

**Firma del tutor:**



María Paola Segura