



**INSTITUTO PARA LA CALIDAD DE LA EDUCACIÓN
SECCIÓN DE POSGRADO**

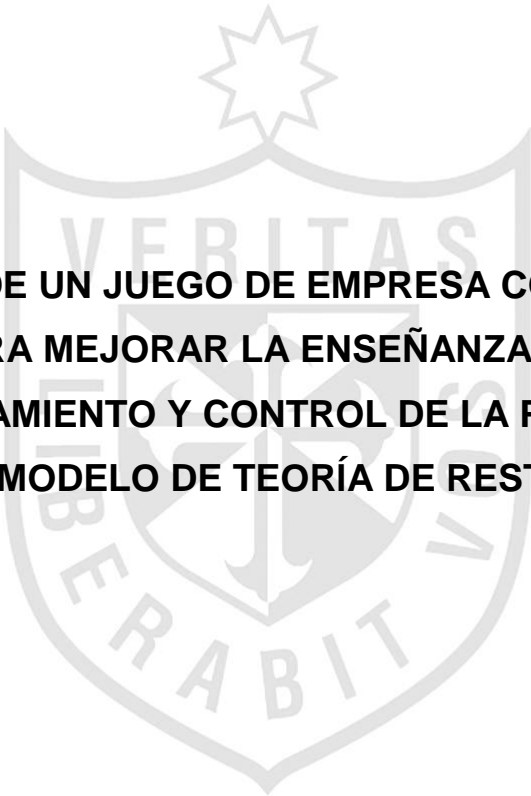
**APLICACIÓN DE UN JUEGO DE EMPRESA COMO RECURSO
DIDÁCTICO PARA MEJORAR LA ENSEÑANZA – APRENDIZAJE
DEL PLANEAMIENTO Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN
SEGÚN EL MODELO DE TEORÍA DE RESTRICCIONES**

**PRESENTADA POR
FLOR DE MARÍA MILAGROS TAPIA VARGAS**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN
EDUCACIÓN**

LIMA-PERÚ

2014



**APLICACIÓN DE UN JUEGO DE EMPRESA COMO RECURSO
DIDÁCTICO PARA MEJORAR LA ENSEÑANZA – APRENDIZAJE
DEL PLANEAMIENTO Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN
SEGÚN EL MODELO DE TEORÍA DE RESTRICCIONES**

EL AUTOR HA PERMITIDO LA PUBLICACIÓN DE SU TESIS
EN ESTE REPOSITORIO.

ESTA OBRA DEBE SER CITADA.



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRÉS

SISTEMA DE
BIBLIOTECAS

ASESOR Y MIEMBROS DEL JURADO

ASESOR:

Dr. Carlos Augusto Echaíz Rodas

PRESIDENTE DEL JURADO:

Dr. Florentino Mayurí Molina

MIEMBROS DEL JURADO:

Dr. Víctor Cumpa Gonzales

Dr. Raúl Reátegui Ramírez

Dra. Glida Marlis Badillo Chumbimuni

Dr. Oscar Rubén Silva Neyra

A Dios por todas las Gracias inmerecidas recibidas.
A la memoria de mis padres, quienes me dieron
lo mejor que puede ser heredado: mi educación integral.
A mi hermana Cecilia, por estar conmigo y apoyarme siempre.

ÍNDICE

Portada	i
Título.....	ii
Asesor y miembros del jurado	iii
Dedicatoria.....	iv
ÍNDICE	v
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	xvi

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática.....	1
1.2. Formulación del problema	10
1.2.1. Problema general	10
1.2.2. Problemas específicos	10
1.3. Objetivos de la investigación	11
1.3.1. Objetivo general	11
1.3.2. Objetivos específicos	11
1.4. Justificación de la investigación	13
1.5. Limitaciones de la investigación	19

1.6. Viabilidad de la investigación	20
---	----

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación.....	22
2.1.1. Investigaciones relacionadas con los juegos de empresa.....	22
2.1.2. Mi pesquisa versus las anteriores propuestas	29
2.2. Bases teóricas	30
2.2.1. El juego desde la perspectiva psicológica	30
2.2.2. El juego desde la perspectiva antropológica	32
2.2.3. El juego desde la perspectiva sociológica	32
2.2.4. El juego desde la perspectiva pedagógica	34
2.2.5. Definición de juego de empresa	34
2.2.6. Referencias e historia de los juegos de empresa	36
2.2.7. Uso de los juegos de empresa para la enseñanza-aprendizaje....	38
2.2.8. Fortalezas y debilidades de los juegos de empresa	42
2.2.9. Clasificación de los juegos de empresa.....	45
2.2.10. Los juegos de empresa y la ruptura de esquemas mentales.....	49
2.2.11. Importancia y orígenes de la Teoría de Restricciones	50
2.2.12. Teorema de la Teoría de Restricciones	54
2.2.13. Principios aplicados a la Teoría de Restricciones.....	56
2.2.14. Administración de los buffers o amortiguadores.....	57
2.2.15. Sistema de programación DBR	58
2.2.16. Enseñanza de la Teoría de Restricciones.....	60
2.3. Definiciones conceptuales.....	63
2.4. Formulación de hipótesis	66
2.4.1. Hipótesis general	66
2.4.2. Hipótesis específicas.....	67
2.4.3. Variables.....	68

CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Diseño de la investigación	70
3.2. Población y muestra	71

3.3. Operacionalización de variables	76
3.4. Técnicas para la recolección de los datos.....	77
3.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de los datos.....	79
3.6. Aspectos éticos.....	80

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Resultados para evaluar el primer objetivo específico.....	82
4.2. Resultados para evaluar el segundo objetivo específico	110
4.3. Resultados para evaluar el tercer objetivo específico.....	126
4.4. Resultados para evaluar la apreciación del recurso utilizado	137
4.5. Resultados para evaluar la validez del paradigma de planificación.....	154

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Discusión	163
5.2. Conclusiones	171
5.3. Recomendaciones	175

FUENTES DE INFORMACIÓN

Referencias bibliográficas	177
Referencias hemerográficas	178
Referencias electrónicas.....	179

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia	180
Anexo 2: Instrumentos para la recolección de datos.....	185
Anexo 3: Constancia emitida por la institución donde se realizó la investigación	200
Anexo 4: Manual del juego de empresa.....	201

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	: Contextualización de la situación problemática	8
Tabla 1.2	: Matriz resumen del diagnóstico	9
Tabla 1.3	: Resumen formulación del problema	12
Tabla 2.1	: Resumen de la revisión bibliográfica sobre la definición del juego de empresa	37
Tabla 2.2.	: Síntesis de los juegos de empresa internacionalmente conocidos en el área de administración de la producción.....	39
Tabla 2.3.	: Fortalezas y debilidades de los juegos de empresa	43
Tabla 2.4.	: Clasificación de los juegos de empresa.....	47
Tabla 2.5.	: Variable independiente y variables dependientes derivadas de las hipótesis planteadas	69
Tabla 3.1.	: Operacionalización de variables	76
Tabla 3.2.	: Aplicación de cuestionarios al grupo experimental y de control ..	78
Tabla 4.1.	: Indicadores planeados estimados para cada centro de trabajo y para la línea de producción para una corrida de veinte días ...	84
Tabla 4.2.	: Resultados desagregados por alumno de la PrePrueba S1-00 aplicada al grupo experimental	86

Tabla 4.3. : Resultados desagregados por alumno de la PrePrueba S1-00 aplicada al grupo de control	87
Tabla 4.4. : Resultados consolidados y agregados de la PrePrueba S1-00 aplicada al grupo experimental y al grupo de control	88
Tabla 4.5. : Resultados reales para cada centro de trabajo y para la línea de producción luego de una corrida push system de veinte días sin input/output control	89
Tabla 4.6. : Resultados desagregados por alumno de la PostPrueba S1-01 aplicada al grupo experimental	93
Tabla 4.7. : Resultados desagregados por alumno de la PostPrueba S1-01 aplicada al grupo de control	94
Tabla 4.8. : Resultados consolidados y agregados de la PostPrueba S1-01 aplicada al grupo experimental y al grupo de control	95
Tabla 4.9. : Resultados desagregados por alumno de la PrePrueba S2-00 aplicada al grupo experimental	113
Tabla 4.10.: Resultados desagregados por alumno de la PrePrueba S2-00 aplicada al grupo de control	114
Tabla 4.11.: Resultados desagregados por alumno de la PostPrueba S2-01 aplicada al grupo experimental	117
Tabla 4.12.: Resultados desagregados por alumno de la PostPrueba S2-01 aplicada al grupo de control	118
Tabla 4.13.: Resultados desagregados por alumno del cuestionario ER-00 aplicado al grupo experimental	138
Tabla 4.14.: Resultados desagregados por alumno del cuestionario ER-00 aplicado al grupo de control	139

Tabla 4.15.: Resultados agregados de la valoración de los recursos utilizados	148
Tabla 4.16.: Resultados de la PrePrueba S1-00 relacionados a las eficiencias.....	155
Tabla 4.17.: Resultados de la PrePrueba S1-00 relacionados a la producción.....	157
Tabla 4.18.: Resultados de la PrePrueba S1-00 relacionados al lead time.....	160
Tabla 5.1. : Resumen de resultados para validar el primer objetivo específico.....	164
Tabla 5.2. : Resumen de resultados para validar el segundo objetivo específico.....	166
Tabla 5.3. : Resumen de resultados para validar el tercer objetivo específico.....	168

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1.	Objetivo y diseño del experimento N ⁰ 1	72
Figura 3.2.	Objetivo y diseño del experimento N ⁰ 2	73
Figura 3.3.	Procedimiento metodológico del experimento N ⁰ 1.....	74
Figura 3.4.	Procedimiento metodológico del experimento N ⁰ 2.....	75
Figura 4.1.	Relación del primer objetivo específico con el experimento N ⁰ 1.....	83
Figura 4.2.	Detalle de los resultados reales de cada centro de trabajo y de la línea de producción luego de una corrida push system de veinte días sin Input/Output Control	91
Figura 4.3.	Comparación de las notas de la PrePrueba S1-00 y de la PostPrueba S1-01 obtenidas por el grupo experimental	96
Figura 4.4.	Comparación de las notas de la PrePrueba S1-00 y de la PostPrueba S1-01 obtenidas por el grupo de control	100
Figura 4.5.	Relación del segundo objetivo específico con el experimento N ⁰ 2	111
Figura 4.6.	Notas promedio de la PostPrueba S2-01 obtenidas por el grupo experimental y el grupo de control items 1A a 1H.....	119

Figura 4.7.	Relación del tercer objetivo específico con el experimento N°2	127
Figura 4.8.	Notas promedio de la PostPrueba S2-01 obtenidas por el grupo experimental y el grupo de control (items 2A, 2I, 3 y 4)	130
Figura 4.9.	Resultados sobre la valoración del recurso utilizado	140
Figura 4.10	Resultados globales sobre la valoración del recurso utilizado..	141
Figura 4.11	Resultados sobre la valoración del juego de empresa sobre un universo de 40 respuestas recogidas en el cuestionario ER-00	142
Figura 4.12	Resultados sobre la valoración de los números aleatorios sobre un universo de 40 respuestas recogidas en el cuestionario ER-01	142
Figura 4.13	Resultados sobre la motivación del recurso utilizado.....	143
Figura 4.14	Resultados globales sobre la motivación del recurso utilizado.....	144
Figura 4.15	Resultados sobre la motivación del juego de empresa sobre un universo de 16 respuestas recogidas en el cuestionario ER-00 .	145
Figura 4.16	Resultados sobre la motivación de los números aleatorios sobre un universo de 16 respuestas recogidas en el cuestionario ER-01 .	145
Figura 4.17	Resultados sobre la recomendación del recurso utilizado	146
Figura 4.18	Resultados sobre la aprobación del juego de empresa sobre un universo de 8 respuestas recogidas en el cuestionario ER-00....	147
Figura 4.19	Resultados sobre la aprobación del juego de empresa sobre un universo de 8 respuestas recogidas en el cuestionario ER-01....	147

RESUMEN

Esta tesis tiene como objetivo poner a disposición de la comunidad académica y empresarial, un Juego de Empresa, como recurso didáctico que permitirá mejorar la enseñanza-aprendizaje del Planeamiento y Control de la Producción según el Modelo de Teoría de Restricciones.

El juego propuesto simula una Línea de Producción con ocho centros de trabajo, de los cuales, el cuarto es el cuello de botella, y el séptimo es el de ensamble.

Para cumplir con los objetivos del estudio y someter a prueba las hipótesis, se ha desarrollado una investigación experimental, la cual se llevó a cabo en la Escuela de Post-Grado de Ingeniería Industrial de la Universidad Ricardo Palma.

Se trabajó con un Grupo de Control y un Grupo Experimental. Estos grupos son similares en todo menos en la manipulación de la variable independiente que está representada por el uso del Juego de Empresa.

Dado que se quiere evaluar si la utilización del juego mejora el aprendizaje del Planeamiento y Control de la Producción, se permitió al Grupo Experimental trabajar con el Juego, mientras que el Grupo de Control utilizó hojas de cálculo con números aleatorios para simular la misma Línea de Producción

Posteriormente se procesó los resultados para saber si los logros en el aprendizaje difieren entre ambos grupos.

A la luz de los hallazgos obtenidos, todas las hipótesis han sido confirmadas, y por tanto ha quedado demostrado que la utilización del Juego de Empresa es un recurso didáctico más efectivo para enseñar y aprender el Planeamiento y Control de la Producción según el Modelo de Teoría de Restricciones.

ABSTRACT

The objective of this Investigation is to make a business game available as an educational resource for the improvement of the teaching and learning experience of Production Planning and Control, based on the Theory of Constraints System.

The Game consists of a simulation of a Production Line with eight work centers, the fourth of which is the bottleneck and the seventh is the assembly point.

An experimental research was developed at the Graduate Program of Industrial Engineering at Universidad Ricardo Palma (Lima – Peru) in order to attain the study objectives and demonstrate our hypothesis.

All the hypotheses were validated by the results, thus demonstrating that the use of a Business Game is the most effective educational resource to teach and learn Production Control and Planning based on the Theory of Constraints System.

INTRODUCCIÓN

¿ Qué pensamiento se dispara en nuestra cabeza cuando hablamos de *Juego de Empresa*? Probablemente imaginamos una actividad recreativa o de entretenimiento; y quizá dejamos en segundo plano, o ignoramos, la connotación didáctica de éste término.

Un juego de empresa es un método activo de enseñanza-aprendizaje, por medio del cual, los participantes en el juego simulan una realidad empresarial donde obtienen, procesan, y analizan de manera lúdica, un conjunto de informaciones que les permiten encontrar soluciones prácticas al problema simulado. Según Kolb (1997), un juego de empresa es una forma de aprendizaje vivencial que hace posible un aprendizaje efectivo. Con los juegos de empresa lo fundamental está en el experimentar y en el aprender haciendo; donde el rol del docente cambia de un papel convencional a un intermediario del saber, y según Souza & Lopez (2004), el pedagogo pasa a asumir nuevos papeles frente a sus pupilos como las de orientador, incentivador, facilitador, motivador o consultor. Ahora bien, en ésta investigación se propone un juego de empresa para mejorar la enseñanza-aprendizaje del planeamiento y control de la producción, según el Modelo de la

Teoría de Restricciones. Pero, ¿por qué poner a disposición de la comunidad académica y empresarial éste recurso?. A continuación presento las respuestas a esta interrogante que permiten aproximarnos a una realidad problemática y a la vez justificar este estudio.

Primero; hay un paradigma enquistado en el mundo académico y empresarial, (que se ha demostrado en ésta investigación), respecto a que planificando las capacidades requeridas de los recursos en una empresa manufacturera, está garantizado que el plan de producción real, sea tal como el plan de producción planeado. Sin embargo, todos los modelos de referencia de vanguardia para planificar los inventarios y recursos en la empresa (entre ellos el Modelo de Teoría de Restricciones), advierten que además de planificar la capacidad de los recursos, debe controlarse o regularse el flujo de inventarios. Aun cuando el marco teórico lo advierte, pocas empresas o personas comprenden la importancia de regular el flujo para lograr los objetivos planeados de fechas de entrega, servicio al cliente, costos, entre otros.

Con el juego propuesto, se quiere romper ese paradigma, y hacer posible que las personas que se entrenen con éste recurso, palpén, reconozcan y se convenzan de todos los problemas originados por no controlar el flujo, y además aprendan cómo deben aplicar el sistema DBR propuesto por el Modelo de Teoría de Restricciones para regular y controlar la tasa de avance de los inventarios en piso de planta. Segundo, tanto a nivel de Pre-Grado como de Post-Grado en las Escuelas de Administración e Ingeniería, el alumno es formado en el estudio de técnicas para gestionar empresas manufactureras o de servicios; y por tanto, es conducido al estudio de uno de los tres Modelos de Referencia para administrar el negocio, el estudio de la Teoría de Restricciones (Theory of Constraints System),

teoría creada por Eliyahu Goldratt, y que constituye uno de los tres Modelos de Referencia válidos para planificar los procesos empresariales; junto con el Modelo Lean Enterprise y el Modelo Push System.

Los que enseñamos Teoría de Restricciones, sentimos los problemas de transmitir conceptos y principios que de por sí son abstractos y complejos de entender; y que se vuelven más difíciles cuando el estudiante carece de experiencia profesional, o cuando el estudiante maneja conceptos de los otros Modelos de Referencia, los cuales colisionan directamente con el Modelo de Teoría de Restricciones. En éste último caso el alumno tiene que romper una serie de esquemas pre-establecidos para asimilar lo propuesto por el Modelo de Teoría de Restricciones.

Así pues, se le dice al estudiante que tiene que identificar el recurso más lento (drum), así como una cuerda (rope); y que todos los recursos que conforman el rope, tienen que fabricar sincronizadamente con el drum; y que debe controlarse ese ritmo de producción de manera especial, porque ir al ritmo del más lento, es ir más rápido. Se le advierte al estudiante que hay que crear pulmones (buffers) para proteger al drum, y que esto se hace mediante gestión visual, prescindiendo de mayores fórmulas. Se le explica al alumno que hay dos asesinos: la dependencia y la variabilidad; y que si descuida el mecanismo Drum-Buffer-Rope (DBR), su plan de producción real no será como lo planeado, porque estos asesinos lo habrán destruido. La ilustración de todos esos conceptos en el aula se hace utilizando gráficos, esquemas, fórmulas, técnicas de programación finitas e infinitas, ayudas audiovisuales de empresas que trabajan en sus plantas con el sistema DBR; sin embargo, a pesar de toda esa información, el alumno no tiene, o tiene muy poca oportunidad de interactuar con toda la dinámica de ese proceso. En el apartado 2.1. se destacan varias investigaciones realizadas a nivel mundial, que

señalan que los alumnos comprenden teóricamente con relativa facilidad, algunos conceptos del Modelo de Teoría de Restricciones. No obstante, el fenómeno de la dependencia entre procesos, el control del flujo de producción, el sistema de programación DBR, o incluso la identificación y dimensión de buffers creen haberlo entendido, pero queda comprobado en los hallazgos realizados en esas investigaciones, que esos conceptos no los asimilaron bien, y solamente con simuladores es que pasan a comprenderlos y aplicarlos efectivamente.

Por tanto, el objetivo principal en el desarrollo de éste estudio, ha sido demostrar que el juego propuesto, es efectivamente un recurso capaz de proporcionar un aprendizaje significativamente mayor que otros recursos que se utilicen para enseñar el Planeamiento y Control de la Producción según el Modelo de Teoría de Restricciones. A partir de ello, y teniendo en cuenta la realidad problemática, se han derivado los siguientes objetivos específicos:

- a) Utilizar el juego de empresa para aprender en mayor grado que no basta planificar la capacidad requerida de los recursos utilizados para garantizar un plan de producción válido y efectivo.
- b) Utilizar el juego de empresa para aprender en mayor grado a minimizar los efectos de dependencia y variabilidad, reduciendo el gap entre el plan de producción planeado versus el plan de producción real.
- c) Utilizar el juego de empresa para aprender en mayor grado a programar efectivamente según el sistema DBR (Drum-Buffer-Rope) propuesto por el Modelo de Teoría de Restricciones.

El juego propuesto, simula una línea de producción la cual está conformada por ocho centros de trabajo. El centro de trabajo 4, es el cuello de botella, y el centro de trabajo 8, es un centro de ensamble. Todos los centros de trabajo tienen

capacidades disponibles de 3.5 unidades por día, salvo el centro de trabajo 4, que solo puede fabricar 3 unidades por día.

El objetivo del juego propuesto consiste en fabricar vasos sellados, conteniendo cada uno dos fichas de diferente color.

Con la finalidad de someter a prueba las hipótesis, se desarrolló una investigación experimental, para lo cual se conformó dos grupos, cada uno compuesto de ocho alumnos, los cuales simularon la línea de producción antes descrita. Mientras el grupo experimental, trabajó con el juego propuesto, el grupo de control lo hizo con una hoja de cálculos con números aleatorios. Ambos grupos estaban conformados por los estudiantes de la Escuela de Post-Grado de Ingeniería Industrial de la Universidad Ricardo Palma.

Antes de ejecutar los experimentos, los alumnos han sido formados en los conceptos teóricos del Modelo de Teoría de Restricciones.

Fueron realizados dos experimentos en ésta tesis doctoral:

- En el primer experimento, se presentó a los alumnos la línea de producción, que como hemos descrito líneas arriba, es una línea casi perfectamente bien balanceada, debido a que todos los centros de trabajo pueden manufacturar 3.5 unidades por día, salvo el cuello de botella que puede fabricar 3 unidades por día. Antes de Iniciar el primer experimento, los alumnos calculan (dirigidos por la docente o moderadora del juego), los resultados planeados de la línea (eficiencia planeada de la línea; eficiencia planeada de cada centro de trabajo; tiempo planeado de producción; unidades planeadas de producción para una corrida de veinte días, e inventario inicial de productos en proceso). Luego se pidió a los alumnos que estimen cuanto esperan que sean los resultados reales de la línea de producción, si se hace una corrida de veinte días, bajo un sistema

de empuje, sin input/output control. Todos los alumnos (de ambos grupos), confirman que esperan obtener resultados reales iguales o muy próximos a lo planeado. Luego se ejecutó el primer experimento. El grupo experimental lo hace jugando con el juego propuesto, mientras el grupo de control simula la misma línea en una hoja de cálculo con números aleatorios.

Al término de los veinte días de producción, ninguno de los grupos ha logrado los resultados planeados. Se aplica un segundo test para identificar si los alumnos han reconocido las causas raíz de por qué el desempeño de la línea de producción (una línea casi perfectamente balanceada), no ha sido el esperado. Los datos de éste segundo test permiten probar nuestra primera hipótesis, y satisfacer el primer objetivo de nuestra tesis. Se demostró que los alumnos que se entrenaron con el juego, identifican mejor las causas raíz del problema y aprenden en mayor grado que no basta planificar la capacidad requerida para garantizar un plan de producción válido y efectivo.

- En el segundo experimento, se solicitó a los alumnos que vuelvan a hacer trabajar la línea por veinte días, pero ahora se les pide que planifiquen, programen y controlen cómo tiene que manufacturar la línea de producción bajo el sistema de Teoría de Restricciones. Antes de comenzar, se registraron las decisiones del alumno, respecto a cómo va planificar la línea para que manufacture bajo los principios de la Teoría de Restricciones.

Los alumnos ejecutaron lo planeado y pusieron a trabajar la línea. Nuevamente el grupo experimental lo hizo usando el juego propuesto, mientras el grupo de control lo hizo utilizando las hojas de cálculo. Al término del segundo experimento quedaron validadas la segunda y tercera hipótesis específicas. Es decir: los alumnos que usaron el juego de empresa, aprendieron en mayor

grado a minimizar los efectos de dependencia y variabilidad, reduciendo el gap entre el plan de producción planeado versus el plan de producción real; y también aprendieron en mayor grado a programar efectivamente según el sistema DBR (drum-buffer-rope) propuesto por el Modelo de Teoría de Restricciones. Todas nuestras hipótesis fueron confirmadas mediante la estadística descriptiva e inferencial.

La organización de este trabajo se inicia con un primer capítulo, donde se describe la realidad problemática, se formulan los objetivos de la investigación; se sustenta la importancia de la tesis, y se señalan además las limitaciones de nuestra pesquisa. En el capítulo dos, se revisaron las investigaciones más importantes relacionadas directamente con este estudio; proporcionamos un glosario técnico para diluir el ruido en la comunicación, y formulamos las hipótesis general y específicas de esta tesis. En el capítulo tres, se describió detalladamente el diseño metodológico de nuestra investigación, la cual como hemos mencionado anteriormente es un experimento; presentamos la operacionalización de nuestras variables, y los seis instrumentos de medición que han sido utilizados para recoger los datos de los dos experimentos realizados en ésta tesis, detallando además las técnicas utilizadas para procesar y analizar los datos obtenidos.

En el capítulo cuatro, se presentó los hallazgos prolijamente alineados a cada uno de los objetivos formulados en esta tesis, los cuáles prueban todas nuestras hipótesis, revelando la superioridad del juego propuesto en el aprendizaje del Modelo de Teoría de Restricciones. Finalmente en el último capítulo, se registraron las conclusiones y recomendaciones, las cuales exhortan al uso del juego para mejorar la enseñanza del planeamiento y control de la producción según el Modelo de Teoría de Restricciones.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Desafortunadamente en el día a día las empresas enfrentan un serio problema. Hay una gran brecha entre lo que planifican fabricar (Plan de Producción Planeado), versus lo que realmente fabrican (Plan de Producción Ejecutado). Esto origina un pobre servicio al cliente, porque no se hace lo que se planeó hacer, ni en las cantidades correctas, ni en los momentos previstos; lo cual no solo implica pérdida potencial de clientes y mercado, sino conlleva a operar con sobrecostos, toda vez que habrá que reprogramar inventarios y recursos, para satisfacer las demandas estimadas y/o comprometidas. Las debilidades y desafíos significativos existentes, que son a su vez las causas raíz que impiden que las empresas tengan éxito en ejecutar lo planeado, tal como lo previeron, son las siguientes:

- a) Desconocimiento de un Modelo de Gestión de Referencia válido para poder gestionar todos los procesos empresariales.

En el mundo de las operaciones, tres son los Modelos de Vanguardia que han sido validados, probados y se han implementado con éxito a nivel

mundial: el Modelo de Empuje (Push System), el Modelo de Tracción (Pull System o Lean Enterprise), y el Modelo de Teoría de Restricciones (Theory of Constraints – TOC System). Ocurre sin embargo que las empresas no necesariamente dominan o tienen el conocimiento de las técnicas, herramientas y métodos soportados en dichos modelos; y aun cuando tengan éste conocimiento, no consiguen trabajar como sistemas integrados y organizados; y esto ocurre porque los Modelos de Referencia que se mencionan no son una receta de herramientas, técnicas, métodos, y procedimientos, sino implican un conocimiento tácito obtenido a partir de la experiencia y de la reflexión. En ese sentido, una práctica muy común que se observó en las empresas, y que describe el desconocimiento al que se alude, es que la función comercial es la que procesa y compromete pedidos de los clientes a partir del inventario disponible que hay en el almacén. Sin embargo, los tres Modelos de Gestión, enfatizan que los pedidos de los clientes deben ser atendidos no contra lo que hay disponible en el almacén, sino más bien contra los inventarios disponibles para comprometer, que es una información que el propio sistema de planificación de la empresa debe calcular y derivar a partir de los programas maestros realizados. Cuando las empresas venden contra lo que tienen disponible en el almacén, generan una alta turbulencia en el sistema de planificación, y por más que hayan calculado estadísticamente sus stocks de seguridad, estos van a colapsar violentamente, deteriorando el servicio al cliente, y desencadenando un círculo vicioso de aceleraciones, reaprovisionamiento de inventarios, sobrecostos, mala utilización de recursos, y re-planificaciones. El plan

entonces, termina siendo un plan reactivo que intenta hacer frente a los problemas del día a día. Sin embargo, esto ocurre porque no se hacen las cosas como mandan las buenas prácticas.

Se está describiendo un problema muy común observado en la realidad empresarial, que si bien no es el único, sí es lo suficientemente gráfico para explicar lo que ocurre por el desconocimiento de los Modelos Push, Pull y/o TOC System.

Planificar y gestionar, no es realizar un conjunto de tareas y tener buenas habilidades personales. Los administradores deben ejemplificar la filosofía de gestión y el modelo de gestión en todo lo que hacen: en las decisiones que toman y en cómo llegan a ellas. Deben ser profesores del modelo. Deben comprender el verdadero trabajo en un nivel de detalle que la mayoría de los administradores no juzga necesario para desempeñar la función.

Cuando se brindó servicio de consultoría en las empresas manufactureras y se preguntó a un ejecutivo de alto rango, o al propio Gerente General respecto a los planes de producción, los niveles de inversión de inventarios por familias de productos, las desviaciones en unidades físicas y monetarias de los planes ejecutados versus los planeados, etc.; se constató efectivamente que no hay conocimiento de la alta dirección de los planes operacionales, es decir no conocen ni comprenden la gestión táctica del negocio. Ellos hablan el lenguaje de los grandes números financieros. Esto se manifiesta nuevamente, porque no conocen Modelos de Gestión válidos para administrar, pues de lo contrario, tendrían y trabajarían con un proceso muy importante

que recomiendan los tres Modelos de Referencia, llamado Plan de Ventas y Operaciones (cuyo propietario por cierto es el Gerente General), donde la alta dirección participa activamente en las decisiones operacionales y se vincula con las actividades del corto y medio plazo (tácticas) del negocio. En resumen, si las empresas no comprenden ni dominan los sistemas de planificación de referencia válidos, difícilmente van a poder planificar adecuadamente sus inventarios y recursos y mucho menos ejecutar dichos planes según lo planeado.

- b) Se constató asimismo que los procesos de las empresas no suelen estar integrados; antes bien, cuando se hizo servicios de consultoría, se encontró organizaciones departamentales, jerarquizadas, divididas, que operan en silos, y donde cada función es dirigida por gerentes que tratan su área como si fuera su territorio; cada uno trabaja con su propio juego de números. No hay conocimiento ni una orientación que facilite el gerenciamiento, planificación y control de los procesos de punta a punta en la cadena de valor, en función a Modelos Válidos de Gestión. En esas empresas, las actividades de planificación están dispersas en muchos departamentos (ventas, producción, compras, finanzas, etc.), y el control de lo ejecutado, (llamado también control del flujo), es muy exiguo o nulo. No hay una comunicación, un alineamiento y una integración entre todas las funciones de la organización. Esto hace que la función de planificación se vea pulverizada. Se confirmó que en estas empresas, a pesar que no hay una comprensión en forma colegiada por medio de todas las funciones para hacer los planes de inventarios y de recursos, estos planes sí se validan, aun cuando esa validación se hace mediante

técnicas de planificación de la capacidad muy gruesas (recursos globales o listas de capacidad), sin embargo, los mismos planes no se controlan. En otras palabras, las empresas aun cuando carecen de una estructura orgánica adecuada, horizontal y que gestione alrededor de procesos integrados, valoran la planificación de la capacidad, pero descuidan el control del flujo, el cual resulta siendo muy pobre o incipiente.

No perdamos de vista, que independientemente de que tan bien planeemos los inventarios y los recursos en nuestras empresas, siempre van a existir dos elementos perturbadores que hacen que el plan ejecutado se distancie de lo planeado. Estos dos elementos son la dependencia y la variabilidad.

Todo proceso depende de otros procesos (internos o externos) a la empresa para poder llevarse a cabo. Y asimismo existen una serie de variabilidades causadas por las materias primas, máquinas, mano de obra, métodos, medio ambiente, instrumentos de medición que afectan lo planeado. Pensemos en el ritmo en que los operarios hacen sus labores (más rápido o más lento), las máquinas que colapsan a pesar del mantenimiento preventivo, el ausentismo de trabajadores, la variabilidad en la calidad de los insumos comprados, un fallo de energía que detiene las instalaciones; todos estos y otros, son ejemplos de variabilidad.

Si las empresas entonces, tienen procesos desintegrados y además no practican sistemas efectivos de control, entonces no pueden sensibilizarse en tiempo real de los fenómenos de dependencia y variabilidad que están ocurriendo, y por tanto pierden la capacidad de intervenir, re-planificar y ajustar los planes para hacer frente a estos

problemas. En la medida en que ese control es inexistente, demorado y/o divergente a varias áreas para que estas resuelvan los problemas (por la desintegración del negocio), el problema se hace más grande, más difícil y más costoso de resolver. Entonces lo que planeamos hacer, no se hace de acuerdo a lo planeado.

Como podemos apreciar, la situación problemática se amplifica dado que las empresas carecen de profesionales que tengan conocimiento de modelos válidos de gestión, y además trabajan desintegradamente, priorizando el planeamiento y descuidando el control del flujo.

- c) Finalmente, también hay una ausencia de educación y capacitación por parte de las empresas a sus funcionarios, para que entiendan de forma colegiada, que los niveles de excelencia operacional son el resultado directo del grado de integración de los procesos empresariales, y del conocimiento de Modelos válidos de Gestión. Uno de los principales problemas de las empresas que se aludía anteriormente, es que simplemente no reconocen donde se encuentran respecto a las empresas de clase A1 en el mundo, las cuales trabajan con los Modelos de vanguardia de Referencia. Las empresas por tanto, no se han auto-diagnosticado, no saben cuál es su grado de madurez o integración de sus procesos, y cuánto dominan o conocen los Modelos Push, Pull y/o TOC. En consecuencia, no tienen ni siquiera una hoja de ruta y/o no son conscientes de su situación actual, lo que las vuelve indiferentes respecto a la implementación de cambios y o proyectos de capacitación. Si bien es cierto, la inversión que las organizaciones deben hacer en educación y capacitación para lograr que su personal domine los

sistemas de planificación integrados es costoso, no obstante, la falta de ese conocimiento es más costoso que la propia capacitación. Sin esta educación pragmática, las empresas carecerán de personal competente y comprometido, aspecto clave para alcanzar niveles altos de desempeño y competitividad.

Antes bien, cuando las personas aprenden a modelar sus procesos, integrarlos y gestionarlos como lo dictan las buenas prácticas, ya no solo hacen cosas, sino entienden lo que hacen y por qué tienen que hacerse así, y lo que es más importante, comprenden cómo están relacionadas las decisiones que toman con el funcionamiento holístico de la empresa como sistema. En la Tabla 1.1. se ha definido, concretado y contextualizado la situación problemática a partir de las Debilidades y Amenazas descritas en éste apartado.

Finalmente en la Tabla 1.2. se hace un resumen del diagnóstico realizado en ésta sección.

Tabla 1.1. Contextualización de la situación problemática

<p>DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA → Las empresas manufactureras enfrentan un serio problema. Hay una gran brecha entre lo que planifican fabricar (Plan de Producción Planeado), versus lo que realmente fabrican (Plan de Producción Ejecutado). ¿Por qué cuando se ejecuta el plan de producción, el resultado dista respecto a lo planeado, es decir, no se fabrica todo lo que se debía, en la cantidad y en el momento planeado?.</p>	
	<p>FACTORES NEGATIVOS (Factores de Riesgo)</p>
<p>FACTORES INTERNOS (Lo que depende más de nuestras posibilidades)</p>	<p>DEBILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> ⊗ Las empresas no tienen el conocimiento de las técnicas y herramientas soportadas en los Modelos de Referencia Válidos para planificar y programar con éxito los procesos empresariales. ⊗ El Plan de Producción Ejecutado se distancia del Plan de Producción Planeado porque las empresas solo Planifican las Capacidades Requeridas de sus recursos, y descuidan el Control del Flujo Productivo. ⊗ Las empresas no visualizan ni controlan los efectos negativos causados por la dependencia y variabilidad presentes en todo ambiente manufacturero, lo cual origina que el plan de producción ejecutado no se realice según lo planeado. ⊗ Las empresas no invierten en educación y capacitación para aprender a Gestionar bajo Modelos de Referencia Válidos y de manera integrada.
<p>FACTORES EXTERNOS (Lo que depende de factores que no controlamos)</p>	<p>AMENAZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> ⊗ Pérdida de Clientes y de Mercado, porque no se logra el plan de producción en las fechas y cantidades planeadas. ⊗ Costos altos de operación, debido a la necesidad de trabajar con mayores inversiones de inventarios para hacer frente a los problemas de planificación. ⊗ Deterioro de la Imagen de la empresa en el mercado, consecuencia de los índices de insatisfacción al cliente. ⊗ Pérdida de Competitividad.

Tabla 1.2. Matriz resumen del diagnóstico

POBLACIÓN INVOLUCRADA	ÁMBITO / ÁREA DE INVESTIGACIÓN (Ver acápite 1.4)	CAUSAS	PROBLEMAS OBSERVADOS E IDENTIFICADOS	CONSECUENCIAS
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Alumnos de las Carreras de Ingeniería & Administración. ✓ Ejecutivos de las funciones de Planeamiento y Producción de las empresas manufactureras del medio. 	Educativo, Productivo & Económico	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Las empresas no establecen los Planes de Producción utilizando Modelos de Referencia Válidos de Planificación. ✓ Las empresas solo Planifican las Capacidades Requeridas de sus recursos, y descuidan el Control del Flujo Productivo. ✓ Las empresas ignoran y no ejercen control sobre los fenómenos de dependencia y variabilidad presentes en todo ambiente manufacturero. 	¿ Por qué cuándo se ejecuta el plan de producción, el resultado dista respecto a lo planeado, es decir, no se fabrica todo lo que se debía, en la cantidad y en el momento planeado ?.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mal servicio al Cliente ✓ Sobrecostos por aceleraciones y replanificaciones constantes al plan de producción. ✓ Sobrecostos por altas inversiones de inventarios. ✓ Pérdida de imagen ✓ Pérdida de mercado.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿ La utilización del juego de empresa como recurso didáctico, mejorará el aprendizaje del planeamiento y control de la producción (de los alumnos del curso de Planeamiento Táctico y Estratégico de Operaciones, de la Escuela de Post-Grado de Ingeniería Industrial de la Universidad Ricardo Palma, en el semestre académico 2013-1), según el Modelo de Teoría de Restricciones?.

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿ La utilización del juego de empresa como recurso didáctico, permitirá aprender en mayor grado (a los alumnos del curso de Planeamiento Táctico y Estratégico de Operaciones, de la Escuela de Post-Grado de Ingeniería Industrial de la Universidad Ricardo Palma, en el semestre académico 2013-2), que no basta planificar la capacidad requerida de los recursos utilizados para garantizar un plan de producción válido y efectivo ?.
- b) ¿ La utilización del juego de empresa como recurso didáctico, permitirá aprender en mayor grado (a los alumnos del curso de Planeamiento Táctico y Estratégico de Operaciones, de la Escuela de Post-Grado de Ingeniería Industrial de la Universidad Ricardo Palma, en el semestre académico 2013-2), a minimizar los efectos de dependencia y variabilidad reduciendo el gap entre el plan de producción planeado versus el plan de producción real ?
- c) ¿ La utilización del juego de empresa como recurso didáctico, permitirá aprender en mayor grado (a los alumnos del curso de Planeamiento

Táctico y Estratégico de Operaciones, de la Escuela de Post-Grado de Ingeniería Industrial de la Universidad Ricardo Palma, en el semestre académico 2013-2), a programar efectivamente según el sistema DBR (Drum-Buffer-Rope) propuesto por el modelo de Teoría de Restricciones

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Éste trabajo propone como objetivo general utilizar el juego de empresa como recurso didáctico, para mejorar el aprendizaje del planeamiento y control de la producción (de los alumnos del curso de Planeamiento Táctico y Estratégico de Operaciones, de la Escuela de Post-Grado de Ingeniería Industrial de la Universidad Ricardo Palma, en el semestre académico 2013-1), según el Modelo de Teoría de Restricciones.

1.3.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos a ser alcanzados a través del juego desarrollado son:

- a) Utilizar el juego de empresa como recurso didáctico, para que los alumnos del curso de Planeamiento Táctico y Estratégico de Operaciones, de la Escuela de Post-Grado de Ingeniería Industrial de la Universidad Ricardo Palma, del semestre académico 2013-2; aprendan en mayor grado que no basta planificar la capacidad requerida de los recursos utilizados para garantizar un plan de producción válido y efectivo.
- b) Utilizar el juego de empresa como recurso didáctico, para que los alumnos del curso de Planeamiento Táctico y Estratégico de

Operaciones, de la Escuela de Post-Grado de Ingeniería Industrial de la Universidad Ricardo Palma, del semestre académico 2013-2; aprendan en mayor grado a minimizar los efectos de dependencia y variabilidad, reduciendo el gap entre el plan de producción planeado versus el plan de producción real.

- c) Utilizar el juego de empresa como recurso didáctico, para que los alumnos del curso de Planeamiento Táctico y Estratégico de Operaciones, de la Escuela de Post-Grado de Ingeniería Industrial de la Universidad Ricardo Palma, del semestre académico 2013-2; aprendan en mayor grado a programar efectivamente según el sistema DBR (Drum-Buffer-Rope) propuesto por el modelo de Teoría de Restricciones.

Tabla 1.3. Resumen formulación del problema

	PROBLEMA	OBJETIVO
GENERAL	¿ La utilización del juego de empresa como recurso didáctico, mejorará el aprendizaje del Planeamiento y Control de la Producción, según el Modelo de Teoría de Restricciones ?.	Utilizar el juego de empresa como recurso didáctico, para mejorar el aprendizaje del Planeamiento y Control de la Producción, según el Modelo de Teoría de Restricciones
ESPECÍFICO	a) ¿ La utilización del juego de empresa como recurso didáctico, permitirá aprender en mayor grado que no basta planificar la capacidad requerida de los recursos utilizados para garantizar un plan de producción válido y efectivo ?.	a) Utilizar el juego de empresa como recurso didáctico, para aprender en mayor grado que no basta planificar la capacidad requerida de los recursos utilizados para garantizar un plan de producción válido y efectivo.
	b) ¿ La utilización del juego de empresa como recurso didáctico, permitirá aprender en mayor grado a minimizar los efectos de dependencia y variabilidad reduciendo el gap entre el plan de producción planeado versus el plan de producción real ?	b) Utilizar el juego de empresa como recurso didáctico, para aprender en mayor grado a minimizar los efectos de dependencia y variabilidad, reduciendo el gap entre el plan de producción planeado versus el plan de producción real.
	c) ¿ La utilización del juego de empresa como recurso didáctico, permitirá aprender en mayor grado a programar efectivamente según el sistema DBR (Drum-Buffer-Rope) propuesto por el modelo de Teoría de Restricciones ?	c) Utilizar el juego de empresa como recurso didáctico, para aprender en mayor grado a programar efectivamente según el sistema DBR (Drum-Buffer-Rope) propuesto por el modelo de Teoría de Restricciones.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Justificación metodológica

Éste juego se puede utilizar como valiosa herramienta metodológica, porque se ha diseñado y proyectado para recrear un escenario real de producción. Se trata de una línea de producción que refleja y simula los problemas que las empresas tienen que enfrentar en el día a día. Una línea de producción que a pesar de estar bien planificada en términos de capacidades, no manufactura lo esperado. Al crear este juego, se ha querido encontrar una alternativa que permita a los estudiantes experimentar en el mundo de la planificación y gestión de operaciones, y puedan contar con un ambiente artificial donde logren tomar decisiones y aprecien el impacto de las mismas. En una primera etapa del juego, los alumnos constatan que la línea de producción simulada, no fábrica todo lo esperado, y los indicadores planeados están lejos de alcanzar lo proyectado. Es allí, donde el alumno comienza su aprendizaje experimental, porque a partir de esa práctica concreta que se describe en el párrafo anterior; va a tener que reflexionar respecto al problema que constata; va a tener que formar nuevos conceptos, y ahora tiene que planificar nuevamente la línea de manera de alcanzar otro resultado; uno donde lo ejecutado se aproxime a lo planeado. El alumno por tanto, tiene que evaluar cuál es la mejor alternativa para planear inventarios, identificar las cuerdas y programar el tambor. La línea de producción responderá entonces con suficiente flexibilidad a la toma de decisiones de los alumnos, y se desempeñará en función a ello. Con el juego propuesto entonces, se puede sumergir al alumno en una experiencia auténtica, donde él podrá observar y comprender los fenómenos y problemas presentados,

pero principalmente podrá utilizar esa comprensión y transformarla con el objetivo de lograr otro resultado; uno donde ya no se manifiesten los problemas descritos. El juego responde a una metodología de aplicación, a un guion que se ha escrito e incluye en el último anexo de esta tesis, y que se compone de varias etapas: una de preparación inicial del alumno; luego una primera corrida de producción de veinte días sin input/output control; posteriormente una etapa de análisis y reflexión sobre los resultados de la primera corrida; en seguida una segunda simulación de producción con énfasis en la toma de decisiones de los alumnos, y una etapa de finalización. Por tanto no se trata de una improvisación lúdica, antes bien, el juego responde a etapas debidamente planificadas y donde se espera alcanzar objetivos concretos: aprender a planear bajo el Modelo de Teoría de Restricciones. Éste juego también es una metodología didáctica integradora, porque está en sintonía con otras disciplinas del área de gestión; el alumno puede hacer reflexiones de costos, reflexiones logísticas, entre otras; y percibir el escenario simulado en su máxima expresión.

El juego es asimismo, un método de aprendizaje que posibilita una lección actitudinal. Con el juego, el alumno cambia de actitud, pues aprende a valorar la importancia del control del flujo, y juzga también que ese control no puede ni debe ser espontáneo, sino más bien debe responder a la aplicación apropiada del mecanismo DBR soportado en el Modelo de Teoría de Restricciones. Por tanto este método de capacitación sí tiene un grado diferenciador sustantivo respecto a otros métodos en lo que concierne a los beneficios que proporciona en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y es lo que me ha motivado e impulsado a concretar este producto.

1.4.2. Justificación práctica

El juego de empresa en sí mismo tiene un ingrediente práctico intrínseco. El alumno aprende haciendo. ¿ Qué aprende ?. Aprende a planear y a aplicar correctamente el sistema de programación DBR propuesto por el modelo de teoría de restricciones. Los alumnos con el juego propuesto, pueden observar directamente y en tiempo real los problemas de desregulación del flujo, proliferación de inventarios, ineficiencias de la línea. La primera reacción de los alumnos ante los problemas que observan, es meterle prisa al sistema productivo, apurarse, hacer las cosas más rápido para recuperar la línea. Sin embargo, no tardan en percibir, que las aceleraciones no resuelven sino empeoran el desempeño de la línea simulada.

El juego entonces, convierte a los alumnos en agentes activos de su propio aprendizaje; ellos hacen y la línea de producción responde en función a lo que ellos hacen; el feedback es inmediato, concreto y eminentemente práctico. El alumno va aprendiendo a lo largo de la simulación a partir de su propia toma de decisiones. Los éxitos y fracasos se suceden y el alumno aprende a partir de esa acumulación de aciertos o errores. Un beneficio práctico adicional, difícil de cuantificar, es que el alumno está en contacto con una situación del mundo real, pero sus decisiones no impactan en el mundo real. Si planificó mal la línea, su decisión no origina grandes pérdidas a ninguna empresa de la vida real. Finalmente, éste aprendizaje práctico si bien es cierto será absorbido de forma diferente por cada estudiante, basado en su perspectiva y reflexión crítica individual; es contrastado y mejorado por la perspectiva y análisis de los otros alumnos que se desempeñan en la línea. No perdamos de vista que el juego exige que los alumnos logren un

mejor desempeño de su centro de trabajo y de la línea como un todo. Esto significa que el alumno, cuando discute con sus compañeros como planear la línea, también está juzgando la opinión de sus pares, lo cual le enseña a hacer trade-offs, y a trabajar en equipos auto-dirigidos y empoderados.

1.4.3. Justificación teórica

Muchas empresas apenas pueden mantenerse en su mercado, e incluso pierden posicionamiento en el mismo, debido a la ausencia de personal que sepa planificar de manera integrada toda la cadena de suministros.

Pocos son los ejecutivos que están preparados adecuadamente para esta tarea, a pesar de ser una función tan crítica dentro del negocio. Ser un planificador consumado, requiere un dominio en las técnicas y herramientas de gestión, es decir hace falta invertir en conocimientos, para dominar los Modelos de Gestión de vanguardia que existen en el mercado y que permiten gestionar los procesos empresariales. Ese vacío teórico podrá ser llenado por el juego que se propone en esta tesis, porque a través de él los alumnos podrán familiarizarse, entrenarse y aprender a planear bajo el Modelo de Gestión de Teoría de Restricciones (uno de los tres Modelos de Vanguardia existentes para Administrar los procesos empresariales), lo cual permitirá que los ejecutivos de empresas manufactureras y alumnos universitarios vinculados con las Ciencias Administrativas, no solo dominen las técnicas soportadas en ese Modelo, sino puedan ver, sentir y palpar mucho mejor los efectos de no equilibrar apropiadamente los recursos escasos (cuellos de botella), y/o controlar apropiadamente el flujo productivo. Entendidos estos elementos a través del juego, los participantes podrán formular planes

de producción mucho más efectivos y robustos, y conceptualizar mejor el Modelo de Teoría de Restricciones para gestionar el negocio.

1.4.4. Justificación económica

Muchos son los problemas generados como consecuencia de no tener un plan válido de producción en una empresa manufacturera. Los materiales correctos no van a ser fabricados en el momento y cantidad correctas, y esto puede originar poco o mucho inventario en un determinado diferencial de tiempo. Cualquiera de los escenarios provoca un mal servicio al cliente. Tener mucho o poco inventario (porque no se sabe formular un buen plan de producción), origina sobrecostos y/o rupturas de stock, y por tanto no se es competitivo en precio y/o no se proporciona al cliente lo que quiere en el momento que quiere. Por tanto se pierden clientes y posicionamiento en el mercado. También origina que se incurra en sobrecostos, debido a que, hay que conseguir los recursos extra que se necesitan (horas hombre u horas máquina) para sacar adelante un plan mal formulado. El plan de producción tendrá que reprogramarse, re-planificarse, re-hacerse, y éste plan nervioso y volátil también afectará la productividad en planta, pues por más esfuerzos que se hagan en el piso de producción, no se logran los niveles deseados de servicio al cliente, lo cual desmotivará a los operarios. Cuando el plan de producción no es válido, los ejecutivos del área de compras también están expeditando y colocando órdenes de compra en último momento para tratar de alinearse con los cambios imprevistos del plan de producción. Esto incluso origina que se incurran en sobre costos en las compras y recargos en los fletes con tal de tener los insumos que se requieren tan pronto cuanto

sea posible. Algo análogo ocurre a nivel logística de salida para distribuir en menos tiempo los productos a nuestro mercado y tratar de minimizar el atraso de las órdenes. Oliver Wight (1981), documenta los sobrecostos de algunas empresas americanas que tienen sistemas de planificación de producción ineficientes, desarticulados y no validados; y concluye lo siguiente: “Estas empresas no pueden medir su desempeño contra números confiables, pues no cuentan con un sistema de planeamiento válido que dirija sus operaciones de manera formal. Antes bien, su sistema es dirigido por un plan de producción nervioso y mal formulado”.

Es decir, en empresas que tengan sistemas de planificación ineficientes y desarticulados, aun cuando se haga el esfuerzo de costear el mal desempeño, siempre habrá una serie de costos ocultos que harán muy difícil tener un dato o cifra confiable.

El producto que se propone, permitirá por tanto, entrenar y formar profesionales más competentes y maduros, capaces de formular planes de producción más robustos minimizando costos y maximizando el nivel de servicio al cliente.

1.4.5. Razones finales

Ahora bien, se ha expuesto líneas arriba un conjunto de justificaciones metodológicas, prácticas, teóricas y económicas que argumentan las razones por las cuales se hace este trabajo. Resolver problemas y tomar decisiones son dos de las más importantes actividades en la administración y gestión empresarial. Si esta gestión es ineficaz, debido a que el ejecutivo no reúne las competencias conceptuales, procedimentales y actitudinales

que demanda la función; entonces se detonaran problemas que deteriorarán no solo la competitividad de la empresa, sino mermarán significativamente la imagen y prestigio de ese empleado dentro de la organización.

Si bien es cierto las empresas hoy en día están compitiendo agresivamente por minimizar costos y tiempos de respuesta, maximizar calidad y flexibilidad; se considera que una competición con un grado mayor de diferenciación es la competición con base en la cualificación y formación profesional.

Por ello, se reconoce que el juego propuesto tiene un valor agregado de importancia vital para aquellas instituciones que formen profesionales en las ciencias administrativas e ingeniería, así como para las empresas manufactureras que quieran invertir en potenciar su capital más importante: el recurso humano.

Como docente estoy convencida que el valor pedagógico embebido en grados diferentes en los instrumentos o herramientas de enseñanza utilizados, permitirá crear los diferenciadores necesarios para optimizar el proceso de enseñanza, e incrementar la eficiencia del aprendizaje.

De todo lo dicho y expuesto nace la necesidad de elaborar y poner a disposición este juego, que permita a los estudiantes y a los funcionarios empresariales entrenarse, capacitarse, conocer y dominar el modelo de teoría de restricciones, y crecer y desarrollarse como líderes

1.5. Limitaciones de la investigación

Una posible limitación en el desarrollo de la investigación es el número de alumnos matriculados en el curso de Planeamiento Táctico y Estratégico de Operaciones de la Escuela de Post-Grado de Ingeniería Industrial de la

Universidad Ricardo Palma, donde se hizo la investigación. Era necesario tener un mínimo de 16 alumnos en el salón de clase, para poder conformar dos grupos de ocho alumnos. Uno de esos grupos sería el experimental y el otro el de control.

Se requieren grupos de ocho alumnos debido a que el juego propuesto simula una línea de producción con ocho centros de trabajo. El grupo experimental utilizaría el juego propuesto. Asimismo, el grupo de control también lo conformaron ocho alumnos, los cuales no utilizaron el juego propuesto, sino más bien simularon la producción de la línea con números aleatorios. En caso de no tener el quórum mínimo de 16 alumnos, se solucionaría, aplicando el experimento a dos salones de clase. Esto significaría que necesitaría dos ciclos académicos para poder aplicar los instrumentos de medición y evaluar resultados. Si bien es cierto el cronograma planificado, tendría un pequeño revés, esto no afectaría el objetivo propuesto de concluir la tesis al finalizar el 2013.

1.6. Viabilidad de la investigación

Dado que el objetivo de la investigación es mejorar la relación enseñanza – aprendizaje del Planeamiento y Control de la Producción según el Modelo de Teoría de Restricciones, mediante la utilización de un juego de empresa, se hace necesario en primer lugar profundizar el conocimiento de la Teoría de Restricciones, para lo cual el trabajo comienza con una investigación bibliográfica de la misma, tomando como referencia principalmente los libros escritos por Eliyahu Goldratt, autor del Modelo de Teoría de Restricciones. Ésta parte de la investigación es viable, dado que se cuenta con toda la

literatura de dicho autor. A partir del estudio bibliográfico, se determinó las variables críticas y métrica que se incorporaría al modelo matemático que replica la simulación, para validar el juego. En éste nivel básicamente los objetivos fueron verificar la influencia de las variables en el modelo matemático y precisar el conjunto de decisiones que los participantes tendrían que tomar a lo largo de la simulación. Ésta segunda fase de la investigación fue factible también, toda vez que se pudo constatar la performance de una línea de producción simulada en función a la incorporación del sistema de programación Drum-Buffer-Rope propuesto por Goldratt. En la tercera etapa de la investigación se formalizó el juego de negocio propuesto, identificando en blanco y negro el guion a simular, el sistema de decisiones que debían hacer los participantes en el juego, así como el sistema métrico de evaluación de resultados. Ésta fase es una consecuencia lógica de la etapa anterior.

Finalmente se realizó una investigación experimental, buscando verificar si el juego de negocios coadyuva a mejorar la enseñanza-aprendizaje del Modelo de Teoría de Restricciones. Ésta etapa también fue realizable, dado que una de las actividades de la autora de la tesis es capacitar a las empresas manufactureras del medio, en los diferentes modelos de gestión para planificar las operaciones. Se planea introducir el juego propuesto en éstas sesiones de capacitación, y comprobar las hipótesis planteadas en ésta investigación.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Investigaciones relacionadas con los juegos de empresa

Hay muchas investigaciones relacionadas con los juegos de empresa, pero son pocas las que proponen un juego nuevo. Las pesquisas existentes, se concentran más bien en: la importancia de los juegos como herramientas de entrenamiento y aprendizaje. Se han encontrado varias investigaciones que sí proponen un juego de empresa para la enseñanza o aprendizaje de los procesos de planeamiento, programación o control en ambientes manufactureros, sin embargo la mayoría de ellas replican el Modelo de Planificación Lean Enterprise. Más bien son en menor número, las investigaciones que han propuesto un juego de empresa en Planeamiento, Programación y/o Control de Operaciones en ambientes manufactureros teniendo en cuenta el Modelo de Teoría de Restricciones. Se Destaca a continuación, las Investigaciones que están más alineadas con nuestro tema de investigación:

Título de la Tesis : “Modelo Computacional para Simulação de Aplicação da Teoria das Restrições”

Grado Obtenido : Doctor en Administración de la Producción y de Operaciones

Autor : Júlio César Bastos de Figueiredo

Universidad : Universidade de São Paulo

País : Brasil

Año : Marzo 2010.

Conclusiones de la investigación: En este trabajo se demuestra que muchos de los conceptos propios de la Teoría de Restricciones pueden ser estudiados en la sala de aula con apoyo del programa desarrollado por el autor. Se demuestra asimismo, que el software propuesto permite que los alumnos incrementen la eficiencia en los procesos de planificación y programación de la producción, y se logra que los alumnos utilicen un instrumento motivador para la construcción de su propio proceso de aprendizaje. El trabajo también demostró que es posible construir un modelo simple; y ofrece a los que trabajan enseñando operaciones, principalmente bajo el Modelo de Teoría de Restricciones, un instrumento efectivo para enfrentar la complejidad con que los alumnos se deparan al estudiar los conceptos de ésta teoría.

Mi opinión crítica respecto a la investigación de Bastos, es que las simulaciones en computadora efectivamente proporcionan al alumno una gran información del desempeño de la línea. Sin embargo, el alumno no consigue asimilar y utilizar todo ese volumen de información. No perdamos de vista que el código fuente del programa está ya codificado, y procesa las

decisiones de los alumnos, presentando a los mismos el resultado de sus decisiones. Hay un input y un output, más el proceso intermedio de procesamiento de esos inputs en outputs, no los hace el alumno (los hace el computador), lo cual considero, hace más difícil el aprendizaje. Esta investigación por el contrario, no está basada en un programa o software. El juego que se propone requiere de un tablero, fichas y dados. El alumno ve lo que hace. El alumno toma decisiones, genera información, y él mismo procesa esa información. El alumno es un agente activo antes, durante y después del juego. Planea, calcula, procesa, analiza información y obtiene indicadores antes, durante y después del juego. No hay una caja negra, ni se delega ninguna tarea a un software.

Título de Pesquisa : “Formação de Administradores: Uma Abordagem Estrutural e Técnico-Didática

Autor : Lopez Paulo Da Costa

Universidad : Universidade Federal de Santa Catarina

País : Brasil

Año : 2001.

Conclusiones de la investigación: El autor realiza una investigación sobre una muestra de 290 alumnos brasileiros de Sao Paulo y Santa Catarina y evalúa la percepción de los alumnos en relación al juego de empresa en cuanto a técnica de enseñanza-aprendizaje. El autor constató que las respuestas de los alumnos consideraron significativamente alta la importancia del juego de empresa para la práctica profesional, siendo las respuestas: Importante (20.7%), Muy Importante (75,6%). Respecto a la

experiencia adquirida en el juego, 97.9% de los participantes consideraron la experiencia buena o excelente, y de estos 71.3% respondieron excelente. Asimismo, 94% consideraron la experiencia superior a otros métodos respecto a la adquisición de habilidades gerenciales.

Mi opinión crítica, es que Lopes si bien es cierto concluye que los alumnos valoran y aprecian más el juego que otros recursos didácticos, no llega a evaluar si realmente aprenden también más con ellas.

En esta investigación, se medirá la satisfacción de los alumnos cuando utilizan el juego respecto al uso de hojas de cálculos con números aleatorios; sin embargo lo sustantivo de ésta investigación es probar si con el juego propuesto, el alumno aprende más y mejor el Modelo de Teoría de Restricciones.

Título de Pesquisa: "The Constraints Game – Learning The Theory
of Constraints with a Dice Game "

Autor : Dr. Ingo Lange Arne Ziegenbein
Swiss Federal Institute of Technology ETH
Zurich, Center of Enterprise Science (BWI)
Kreuzplatz 5, 8032 Zurich, Switzerland

Publicación : 9th International Workshop on Experimental
Interactive Learning in Industrial Management.
"New Approaches on Learning, Studying and
Teaching". Espoo, Finland, June 5-7, 2005.

País : Finlandia

Año : Junio 2005.

Conclusiones de la investigación: El juego de restricciones propuesto ha sido probado con éxito en cursos de Postgrado de la ETH de Zurich. El investigador describe las reglas y procedimientos que son desplegados en el juego, y ha construido también una hoja de cálculo para producir una muestra representativa de los resultados, y en base a ello, los outputs de las diferentes técnicas simuladas en el juego son comparadas.

Éste juego tiene tres simulaciones. Una primera refleja una línea de producción con un único cuello de botella (o si se quiere una línea de producción no balanceada). La segunda simulación es una línea de producción balanceada (es decir donde todos los centros de trabajo tienen capacidades idénticas). La tercera simulación es introduciendo el mecanismo Drum-Buffer-Ropr, propio del Modelo de Teoría de Restricciones. El juego ampliamente utilizado en el postgrado y MBA ejecutivo de estudiantes de la ETH Zurich, ha ayudado a percibir y entender mucho mejor las restricciones en los procesos productivos así como la sensibilidad de la posición del cuello de botella en el rendimiento del mecanismo DBR propio del modelo de Teoría de Restricciones.

Mi opinión crítica respecto a la investigación de Lange, es que la línea que se simula es sencilla. No presenta centros de trabajo de ensamble. Asimismo, cuando Lange hace su primera corrida de producción, lo hace con una línea bien desbalanceada. Los resultados reales se distancian a los planeados en su primera corrida, y considero que los alumnos pueden atribuir esto, a que la línea está mal balanceada, cuando el verdadero problema es otro. En otras palabras, el alumno podría no comprender en la primera simulación las causas raíz verdaderas del pobre desempeño de la

línea. En el juego que se propone más bien, se hace una corrida de producción con una línea más compleja (porque además de cuello de botella tiene centro de trabajo de ensamble) y además está perfectamente bien balanceada. Los alumnos después de la primera corrida, no obtienen los resultados esperados, pero no le pueden echar la culpa a que la línea estaba mal balanceada o mal planificada en términos de capacidad. El problema es otro y tienen que descubrirlo.

Lange hace también otras dos corridas de producción, cambiando la posición del cuello de botella con la finalidad que los alumnos perciban los efectos de no planificar bien con el mecanismo DBR. Sin embargo, Lange no hace que los alumnos construyan el inventario (buffer), y los alumnos tienen una débil sensibilidad con la cuerda (rope), porque esta siempre es lineal y comienza en el primer centro de trabajo y termina en la restricción.

Por tanto con el juego de Lange, los alumnos no logran explotar a su máxima expresión el sistema DBR; el aprendizaje es incipiente en lo que concierne al manejo del buffer y del rope.

Con el juego que se propone más bien, en la segunda corrida, los alumnos sí tienen que calcular el inventario. ¿ Qué inventario ? . Todos los que manda el Modelo de Teoría de Restricciones; es decir el shipping buffer, el time buffer y el assembler buffer. No solo tienen que calcular cuanto inventario deben construir, sino además deben decidir dónde ubicar esos amortiguadores en la línea. Lo mismo ocurre con las cuerdas. En el juego no hay una única cuerda fácil de percibir. La cuerda es más compleja y se ramifica en la línea. Los alumnos tienen que identificar por cuenta propia esa cuerda. Por tanto la regulación del flujo es más interesante y retadora

para los alumnos. Respecto al tambor, en este juego no solo tienen que ubicarlo, sino también decidir como van a programarlo o utilizar los dados allí, y como los demás centros de trabajo, incluido el de ensamble van a ser regulados respecto al tambor.

En otras palabras, en el juego que se propone, el mecanismo DBR sí está plenamente usado y trabajado por el alumno. Cuando él no lo aplica bien, verá el resultado de sus acciones; o al revés, si trabajó bien el sistema DBR será recompensado con una línea que logra un alto desempeño.

Título de Pesquisa : "The Dice Game"
Autor : James R. Holt, Ph.D.,
Associate Professor Engineering Management
Washington State University
Publicación : Disponible en Web de Washington State
University (WEB)
<http://public.wsu.edu/~engrmgmt/holt/em530/Docs/DiceGames.htm>
País : EEUU
Año : 2000.

Conclusiones de la investigación: Antes de jugar el juego él autor, ha observado que los alumnos comprenden teóricamente con relativa facilidad el fenómeno de la variabilidad inherente a los procesos manufactureros, sin embargo el fenómeno de la dependencia entre procesos creen haberlo entendido, pero queda comprobado que ese concepto no lo asimilaron. Solamente luego de jugar, entienden los efectos reales de la dependencia

entre los procesos. Aunque es un concepto complicado de asimilar teóricamente, es mediante el juego que los estudiantes consiguen ver y sentir los efectos de la dependencia entre procesos.

La simulación propuesta por el autor no es compleja. Él sustenta que con un simple experimento a través del juego se pueden demostrar y captar fácilmente los principios del Modelo de Teoría de Restricciones.

A pesar de ello, el autor recomienda utilizar el mismo juego e introducir algunas variantes por él mismo propuestas para aquellos que quieran dominar los conceptos en escenarios de simulación más robustos.

Mi opinión crítica respecto a la investigación de Holt, es similar a la de Lange. Es decir, los alumnos no llegan a dimensionar ni a localizar buffers y la cuerda el alumno la puede asimilar siempre como lineal y anterior al tambor. Eso ya se comentó no ocurre en el juego que se propone en ésta tesis.

2.1.2. Mi pesquisa versus las anteriores propuestas

El juego de empresa que se propone, no substituye ni deja de lado el conocimiento teórico, antes bien es un complemento valioso del mismo. El objetivo del juego, no es crear un nuevo Modelo para planificar los inventarios y recursos en la empresa, sino más bien, mejorar la enseñanza y aprendizaje de un Modelo de Planificación ya existente, el de Teoría de Restricciones. El objetivo del juego de empresa tampoco es ganar sino más bien aprender con la experiencia adquirida en el juego.

Las pesquisas antes destacadas son valiosas, pues han demostrado empíricamente que los juegos propuestos permiten a los estudiantes entender mucho mejor los complejos conceptos del modelo de Teoría de Restricciones.

Sin embargo, en ésta investigación además de analizar los efectos de la dependencia y variabilidad inherentes a todo proceso manufacturero, así como el sistema de programación Drum-Buffer-Rope propio del Modelo de Teoría de Restricciones; se pedirá que los alumnos construyan, dimensionen y gestionen los buffers que se requieren en función a la estructura VAT simulada, de manera de poder planear con éxito las operaciones manufactureras. Esta propuesta es más compleja, pues los alumnos, deberán lidiar con una línea de producción, que a diferencia de las investigaciones antes mencionadas, tiene el cuello de botella pero además presenta centros de trabajo de ensamble. Además, en este juego, los alumnos no sólo replicarán el mecanismo Drum-Buffer-Rope , sino que ellos mismos deberán construirlo (Para mayores detalles del Juego remítase al Anexo 4: Manual del Juego de Empresa). No soy consciente del inicio original de los juegos de dados que repliquen los sistemas de planeamiento y control de la producción bajo el Modelo de Teoría de Restricciones, debido a que las publicaciones informativas de estos juegos no han sido localizadas, sin embargo, luego de esta pesquisa nos complace encontrar juegos que promueven objetivos diferentes a los nuestros, pero que están orientados al planeamiento y control de la producción para analizar las implicancias de los cuellos de botella en los ambientes manufactureros.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. El Juego desde la perspectiva psicológica

Los juegos son una actividad muy importante en el mundo de todo niño, pues las prácticas lúdicas han demostrado ser indispensables en el desarrollo

saludable del individuo, dado que hacen posible el desarrollo de la imaginación, de la fantasía y de los sentimientos. Es a través de las actividades lúdicas que desde pequeños aprendemos a comunicarnos con el mundo, estableciendo relaciones sociales, construyendo conocimientos, desarrollándonos integralmente; y también, podemos expresarnos, analizar, criticar, crear, y transformar la realidad. De acuerdo a Santos (1999), el juego desde el punto de vista psicológico, está presente en todo el desarrollo del niño en las diferentes formas de modificación de su comportamiento. Tanto el acto de jugar como el acto creativo, están centrados en la búsqueda del yo. Es en el jugar que se puede ser creativo, y en el crear que se juega con las imágenes y signos, haciendo uso del propio potencial. Jugar es vivir, y según la Unesco (1980), un niño que no juega es un niño enfermo de cuerpo y espíritu; y más bien un niño que juega condiciona un desarrollo armonioso de su cuerpo.

La mayoría de expertos y científicos que han investigado respecto al juego han concluido que éste desempeña un rol muy importante en el desarrollo integral del individuo. Chateau (1987), subraya que un niño que no sabe jugar, será un adulto que no sabrá pensar. Por medio de la psicología, tenemos conocimiento que además de ser genético, el jugar es fundamental para el desarrollo psicosocial equilibrado del ser humano. Para Piaget (1945), fundador de la teoría psicogenética, el juego es una expresión y condición crítica en el desarrollo del niño. Cada etapa de vida (desde la pre-infancia hasta la adolescencia), está indisolublemente vinculado a determinado tipo de juego, y si bien pueden haber variantes entre una sociedad y otra, o entre un individuo y otro, la sucesión de aparición de los

juegos y modos de juego es la misma para todos; constituyéndose en un verdadero revelador de la evolución mental del niño. El juego está presente en todas las dimensiones de la existencia del ser humano, y muy especialmente en la vida de todo niño, aunque como sabemos y veremos más adelante en ésta investigación, los juegos no se restringen a una franja etaria, sino más bien trascienden el mundo de los niños, y contribuyen sensiblemente con el aspecto formativo de los seres humanos.

2.2.2. El Juego desde la perspectiva antropológica

Los juegos son actividades que han acompañado a las sociedades y culturas desde siempre, siendo que, textos y contextos de juego están íntima y sistemáticamente relacionados y no pueden considerarse en forma aislada uno de otro. Como forma de referenciar la importancia del juego como componente ineludible de la expresión y cultura humana, se destaca a Murcia (2005), quien considera que el juego, es un fenómeno antropológico que debe considerarse en el estudio del ser humano; y es una constante en todas las civilizaciones, debido a que estuvo siempre unido a la cultura de los pueblos, a su historia, a lo mágico, a lo sagrado, al amor, al arte, al lenguaje, a la literatura, a las costumbres y a la guerra; sirviendo de vínculo entre los pueblos, y facilitando la comunicación entre los seres humanos.

2.2.3. El Juego desde la perspectiva sociológica

Desde el punto de vista sociológico, jugar ha sido visto como la forma más pura de inserción del niño en la sociedad. Jugando, el niño va asimilando creencias, costumbres, reglas, leyes y hábitos del medio en que vive.

Asimismo, cualquiera sea la perspectiva con que se le analice, los juegos y las sociedades están estrechamente vinculados, y algunos teóricos como por ejemplo Newman (1942), han apuntado correlaciones entre los principios y las reglas de los juegos de estrategia practicados y los modelos socioeconómicos desarrollados; así como la relación del juego y la prefiguración de las diferentes instituciones sociales.

En otras palabras, lo que los estudiosos desde la perspectiva sociológica nos dicen, es que los juegos que se practican en una sociedad constituyen un reflejo de los valores y patrones de comportamiento de esa sociedad. El aspecto social de los juegos también es abordado por Piaget (1998), quien resalta la interacción social como condición necesaria para el desarrollo intelectual; y subraya que para que el niño pueda desarrollarse física y cognitivamente es importante que sea incluido en actividades grupales, siendo el juego un significativo instrumento para su crecimiento. Si bien es cierto los juegos tienen siempre incorporado un componente socializador, Piaget apunta que son los juegos de reglas, los que permiten una mayor y más compleja interacción social, y reconoce que el papel del juego es crítico en el desarrollo psico-social del individuo. En realidad la esencia del juego es “jugar con”, es decir todo juego requiere una interacción con el otro, aun cuando ese otro sea imaginario. En el juego se crean, nuestras relaciones; y es también donde aprendemos a desarrollar nuestras habilidades sociales. Si bien es cierto la sociedad está experimentando grandes cambios tecnológicos y nuevas formas lúdicas han aparecido, considero que esos modernos juegos permitirán que los individuos desarrollen nuevas redes sociales (léase virtuales), con sus propias reglas y complejidades.

2.2.4. El Juego desde la perspectiva pedagógica

Desde el punto de vista pedagógico, el jugar se ha revelado como una estrategia poderosa para que el niño aprenda. El juego es la escuela de la vida. Jugando, un niño desarrolla sus aptitudes físicas, intelectuales y su capacidad para la comunicación. Vigotsky (1984) atribuye un papel relevante al acto de jugar, porque es jugando que el niño revela su estado cognitivo, visual, auditivo, táctil, motor, su modo de aprender e ingresar en una relación cognitiva con el mundo de eventos, personas, cosas y símbolos. Tanto para Vigotsky (1984) cuanto para Piaget (1978), la imaginación del niño se desarrolla en el juego de una manera no lineal, y mientras el niño juega desarrolla la capacidad para determinado tipo de conocimiento y una vez adquirido, difícilmente pierde esa capacidad.

Jugar es aprender, pues el juego y el jugar generan un espacio para pensar, y así la persona avanza en su capacidad reflexiva, desarrolla su pensamiento, establece contactos sociales, comprende y asimila mejor su medio y entorno social, incrementa habilidades, conocimientos y su creatividad. Por ello se considera que sea cual sea el campo donde nos desarrollemos (pero especialmente en la docencia), debemos ser agentes mediadores, que innovemos y utilicemos el juego en un trabajo pedagógico y productivo, garantizando un aprendizaje significativo y placentero.

2.2.5. Definición de juego de empresa

Un juego de empresa es un método activo de enseñanza-aprendizaje a través del cual los participantes en el juego, procesan de manera lúdica un conjunto de informaciones que les permiten encontrar soluciones prácticas

al problema simulado. Se trata de un aprendizaje activo, derivado de la experimentación y de la retroalimentación on-line que el juego ejerce en el participante, quién va siendo sensibilizado en función a las interacciones que realiza en el juego, lo que le permite asimilar sus aciertos, errores y afinar sus decisiones. Por lo general un juego de negocio, comienza con un preámbulo, que es la etapa donde se introduce al participante en el juego, es decir, lo sitúa o sumerge en la situación y/o escenario que se pretende simular. En el preámbulo se tipifican las reglas básicas del juego, las restricciones, la estructura del equipo, y otras opciones.

La segunda etapa de un juego, es propiamente ejecutar el modelo de simulación, es decir, jugar. Aquí, el jugador participa activamente en el juego, e interactúa con el mismo. Durante el juego, o al finalizar el mismo, se efectúan una o más evaluaciones, para determinar el rendimiento de cada participante o de cada equipo. El éxito de los jugadores o equipos se mide por este componente de evaluación, lo cual permite a su vez, introducir el elemento de competición, aumentando la motivación de los participantes para que tomen mejores decisiones y/o hagan sus tareas cuidadosamente, pues de ello dependerá que resulten ganadores. El moderador del juego de empresa, coordina los equipos, proporciona feedback a los mismos, aclara y orienta respecto a cómo participar en el juego, e incluso puede introducir cambios en el ambiente simulado durante el juego, para hacer que los participantes se familiaricen con escenarios más reales donde suele haber mayor grado de incertidumbre. En la Tabla 2.1. se presentan varias definiciones. De ellas, se destaca y nos quedamos con la proporcionada por Lane (2005), ya que el juego que se propone en ésta investigación simulará

un modelo bien definido (el de Teoría de Restricciones), y será utilizado para enseñar y entrenar en la gestión de los procesos manufactureros, y adicionalmente hará uso de dados, fichas y un tablero donde los participantes podrán interactuar con el juego y podremos evaluar el desempeño de sus acciones y decisiones.

2.2.6. Referencias e historia de los juegos de empresa

Hoy en día, los juegos han pasado a utilizarse en espacios más bien, donde las empresas pueden competir para mejorar su conocimiento en el dominio de técnicas y métodos de gestión, que en general les permite posicionarse mejor en sus mercados.

El primer juego de empresa fue el Top Management Decision Game desarrollado por la American Management Association, en 1956. Éste juego, estaba concebido para que cinco equipos tomen diversas decisiones: de producción, marketing, desarrollo e introducción de nuevos productos en el mercado, precios, etc.; las cuales eran introducidas al programa, y éste a su vez emitía un reporte con los resultados de cada equipo. El éxito, difusión y amplia aceptación de éste juego en el mundo empresarial, aunado con la evolución y popularización de las computadoras, ha hecho posible elaborar softwares (léase juegos), cada vez más completos, más refinados, capaces de simular técnicas y algoritmos más complejos. Según Barçante & Pinto (2007), en el mundo académico, el desarrollo de simuladores gerenciales, se inicia en 1954, pero ya en 1957, existían cerca de 200 simuladores, siendo utilizados en más de 1.700 facultades de los Estados Unidos. Sin embargo es a partir de 1960 que innumerables universidades de los Estados

Unidos destinaron recursos significativos para investigar en juegos de empresa, obteniendo una amplia producción de materiales sobre el asunto.

Tabla 2.1. “Resumen de la revisión bibliográfica sobre la definición de juego de empresa”

Autor	Año	Detalle
Suaia	2005	<p>Descripción → Simplificación de una realidad empresarial donde las variables que deberán ser trabajadas son delimitadas.</p> <p>Objetivos → Anticipación y evaluación de escenarios futuros, y si es necesario, revisión de las estrategias para que sean tomadas nuevas decisiones.</p> <p>Métodos → (Electrónicos). Datos y generación de reportes a través de un computador son fuentes de información para análisis y toma de decisiones.</p>
Recart Da Silveira	2003	<p>Descripción → Son herramientas de fundamental importancia en el proceso de formación profesional, por el hecho de proporcionar una simulación del mundo real representado por “micro-mundos”</p> <p>Objetivos → Desarrollo de capacidad gerencial por intermedio de una interacción constante con el juego.</p> <p>Métodos → NO tipifica ninguno en especial.</p>
Von Mecheln	1997	<p>Descripción → Los Juegos de Empresa son formas de micro-mundos concebidos como una técnica de enseñanza para proporcionar al alumno un escenario en que éste será el agente, representando un papel activo, de acuerdo con los objetivos y reglas establecidas.</p> <p>Objetivos → Permitir al alumno visualizar mejor sus relaciones y experimentar en ambientes de menor riesgo que lo que encontraría en la práctica.</p> <p>Métodos → NO tipifica ninguno en especial</p>
Rodrigues; Riscaroli	2001	<p>Descripción → Los Juegos de Empresa son instrumentos pedagógicos.</p> <p>Objetivos → Promover, en ambientes simulados, la experiencia y el entrenamiento de personas, en las actividades administrativas, en un corto espacio de tiempo y a bajo costo, por medio de variables realistas del día a día empresarial.</p> <p>Métodos → NO tipifica ninguno en especial</p>
Lane	1995	<p>Descripción → Representación de un modelo bien definido cuantitativo o cualitativo, utilizado para la enseñanza de gestión de negocios y entrenamientos. Posee como base dos elementos: juegos y simuladores.</p> <p>Objetivos → Entrenamiento y enseñanza</p> <p>Métodos → A partir de un tablero o de un software, los participantes pueden interactuar y se podrá monitorear el comportamiento y performance de los mismos.</p>

Actualmente una serie de organizaciones internacionales desarrollan investigaciones sobre la simulación gerencial, y crean juegos que han sido ampliamente utilizados en el mundo. Entre ellas tenemos:

- Association for Business Simulation and Experiential Learning (ABSEL),
- Toyota University.
- International Simulation and Gaming Association (ISAGA),
- Massachusetts Institute of Technology (MIT)
- Goldratt Institute (AGI)
- Núcleo de Estudios en Simulación Gerencial de la Universidad Federal de Santa Catarina (NESIG).

En la Tabla 2.2. son presentados algunos de los juegos del área de producción más conocidos y utilizados a nivel mundial.

2.2.7. Uso de los juegos de empresa para la enseñanza-aprendizaje

El valor real del conocimiento está relacionado con la experiencia. Conforme se aplican y ponen a prueba los conocimientos adquiridos, se aprende, es decir; no solo logramos retener el conocimiento, sino más bien lo dominamos, lo internalizamos, lo hacemos nuestro; incrementando de ésta manera el valor de la inversión en la formación integral.

Enseñar conocimientos administrativos, y en particular cómo se gestiona una empresa no es una tarea simple, pues hay que integrar el capital humano, con la gestión de procesos, y con el dominio de tecnologías y/o sistemas efectivos de planificación. En éste sentido los juegos de empresa son recursos valiosos porque permiten reunir esos tres elementos, y si son bien logrados, pueden contribuir enormemente para el progreso de la educación gerencial.

Tabla 2.2 “Síntesis de los juegos de empresa internacionalmente conocidos en el área de Administración de la Producción”

Nombre del Juego	Descripción	Alcance de Decisión	Desarrollado por	Dirección Electrónica
MIT Beer Game	Producción y Distribución de cerveza en un canal de distribución con múltiples nodos.	Rol como Productor, Distribuidor y Vendedor, para determinar la producción o colocar pedidos.	Massachusetts Institute of Technology, EUA (1960)	Disponible en: http://supplychain.mit.edu/games/beer-game Página Virtual Visitada el: 12/07/2012
Trading Agent Competition	Oferta online simultánea en múltiples mercados	Rol como agente productor, procesa órdenes de los clientes y adquiere componentes	Swedish Institute of Computer Science (2003)	Disponible en: http://www.sics.se/tac Página Virtual Visitada el: 12/07/2012
The Logi-Game	Juego de simulación del flujo de material en un canal de distribución de Una empresa manufacturera	Rol a nivel de productor para la toma de decisiones a nivel de producción.	Technical University of Denmark	Disponible en: http://www.moltho.dk Página Virtual Visitada el: 12/07/2012
Lean Dice Game	Juego de Simulación con Daos para familiarizar al participante con el Modelo de Referencia Lean Enterprise	Rol Programar mediante la técnica KANBAN	LitheSpeed (Consulting company that offers Agile training to software development companies)	Disponible en: http://www.lithespeed.com/ Página Virtual Visitada el: 12/07/2012
Lean Manufacturing Simulation	Ilustra el sistema de programación KANBAN, propio del Modelo de Referencia Lean Enterprise	Rol de Productor y Distribuidor. Decisiones a nivel de Programación	University of Toyota	Disponible en: http://www.youtube.com/watch?v=VSX3L_RoFpA Página Virtual Visitada el: 12/07/2012

Tabla 2.2 Síntesis de los juegos de empresa internacionalmente conocidos en el área de Administración de la Producción
(Continuación)

Nombre del Juego	Descripción	Alcance de Decisión	Desarrollado por	Dirección Electrónica
Variability Dice Games	Comprender los efectos de la Variabilidad y Dependencia en un Ambiente Manufacturero	Rol de Productor. Decisiones de Cuanto Fabricar en un Puesto de Trabajo en función a los fenómenos de dependencia y variabilidad presentes	James R. Holt, Ph.D., PE Associate Professor Engineering Management Washington State University	Disponible en: http://public.wsu.edu/~enrgmgt/holt/em530/Docs/DiceGames.htm Página Virtual Visitada el: 12/07/2012
Value Stream Mapping Simulation	Juego de Simulación	Permite aprender a Mapear el Flujo de Valor Actual y Proyectado (técnica soportada en el Modelo de Referencia Lean)	Silviu Trebuian (Managing Director en SIMANDO)	Disponible en: http://simando.com/resources/applications/35 Página Virtual Visitada el: 12/07/2012
Supply Chain Game	Simulación de la Producción y distribución en una industria automotriz incluyendo productores, Distribuidores y proveedores.	Rol a nivel de Proveedor y/o Comprador, y toma decisiones en una cadena de suministros competitiva.	Georgia Institute of Technology	Disponible en: http://factory.isye.gatech.edu/research/supply_chain_game.php Página Virtual Visitada el: 12/07/2012
Littlefield Technology	Simulación Manufacturera de empresas que "Fabrican bajo Pedido Sistemas Electrónicos"	Rol a nivel de programación de la producción y utilización de inventarios.	Stanford University, USA (1996)	Disponible en: http://littlefield.responsive.net/littlefield/littlefieldHome.html Página Virtual Visitada el: 12/07/2012

Según Vicente (2001), los juegos de empresa son herramientas poderosas para comprender mejor el mundo de los negocios por dos razones. La primera es que nos ayudan a percibir la realidad bajo un punto de vista dinámico, huyendo de los modelos clásicos enseñados en las salas de aulas y en la mayoría de los libros; y la segunda razón es que ellos nos atraen y fascinan, haciendo que aprender se vuelva un hábito placentero, en vez de un proceso doloroso y sacrificado.

Para Gramigna (2007), el juego es un instrumento muy importante en la educación en general. Por medio de él, las personas ejercitan habilidades necesarias a su desarrollo integral, entre ellas, autodisciplina, sociabilidad, afectividad, valores morales, espíritu de equipo y sentido común; el juego es una herramienta y ejercicio que prepara al individuo para la vida.

Lopes (2001), realiza una investigación entre Julio de 1998 y Octubre de 1999, sobre una muestra de 290 alumnos brasileños de Paraná, Sao Paulo y Santa Catarina. En su pesquisa, Lopes evalúa la percepción de los alumnos en relación al juego de empresa en cuanto a técnica de enseñanza-aprendizaje.

El autor constató que las respuestas de los alumnos consideraron significativamente alta la importancia del juego de empresa para la práctica profesional, siendo las respuestas: importante (20.7%), muy importante (75,6%). Respecto a la experiencia adquirida en el juego, 97.9% de los participantes consideraron la experiencia buena o excelente, y de estos 71.3% respondieron excelente. Asimismo, 94% consideraron la experiencia superior a otros métodos respecto a la adquisición de habilidades gerenciales.

Cuando un juego de empresa ha sido bien diseñado y estructurado, entonces al ejecutar el juego se logra que los participantes recorran las cuatro fases del ciclo de aprendizaje: Observen una experiencia concreta, evalúen y reflexionen sobre las observaciones, proyecten y formen conceptos abstractos e implementen o prueben sus nuevos conocimientos. De ésta manera se logra que los contenidos sean mejor asimilados.

Coincidimos con Perrenoud (1999) cuando observa que el entrenamiento y desarrollo de las competencias solo es posible si el sujeto tiene tiempo de vivir sus experiencias y analizarlas.

De la manera como Perrenoud se expresa, los juegos de empresa por sí solos no serían suficientes para la creación de competencias; sin duda es necesaria una base teórica y crítica que preceda la participación en el juego de empresa; y adicionalmente para Perrenoud el desarrollo de competencias depende no solo de la teoría, sino también de la práctica, más enfáticamente de una experiencia crítica y analítica.

De allí que se propone en ésta investigación, brindar a los jugadores un marco teórico previo en el Modelo de Teoría de Restricciones, a partir del cual el alumno se familiarice con las técnicas de planificación, programación y control de las operaciones, y luego pueda encarar el juego de empresa, observando y experimentando los fenómenos simulados, y a partir de ello ponga a prueba los conocimientos adquiridos.

2.2.8. Fortalezas y debilidades de los juegos de empresa

La Tabla 2.3. recoge los puntos fuertes y flacos que diversos investigadores han encontrado al utilizar los juegos de empresa en actividades de enseñanza-aprendizaje.

Tabla 2.3. Fortalezas y debilidades de los juegos de empresa

Autor	Fortalezas	Debilidades
Freitas e Santos (2005)	<ul style="list-style-type: none"> ☺ Facilita el proceso de aprendizaje. ☺ Contribuye a mejorar la comprensión de asuntos abstractos. ☺ Promueve múltiples representaciones de la realidad y representa la complejidad natural del mundo real. ☺ Focaliza la construcción del conocimiento y no su reproducción. ☺ Presenta tareas auténticas dentro del contexto organizacional ☺ Posibilita la práctica reflexiva y la construcción colaborativa del conocimiento a través de las interacciones sociales. 	<ul style="list-style-type: none"> ☹ No es recomendado sino va a asociado con otras técnicas o metodologías de enseñanza, debido a que las simulaciones no encierran un fin en sí mismo.
Lopes (2001)	<ul style="list-style-type: none"> ☺ Desarrollo de habilidades cognitivas fundamentales para la gestión del negocio. ☺ Gran satisfacción de los participantes. ☺ Hay un estímulo lúdico generado por el proceso interactivo de la competición que favorece la discusión cualitativa. ☺ Superioridad didáctica-pedagógica del método percibida por los participantes sobre otros métodos tradicionales. ☺ Crea una postura activa de los participantes y una mayor disponibilidad de atención de los alumnos. ☺ Los errores y aciertos contribuyen a ampliar la comprensión de las prácticas gerenciales. 	<ul style="list-style-type: none"> ☹ Complejidad en desarrollar un juego nuevo. ☹ Falta profesores con perfil adecuado para coordinar la actividad ☹ El animador debe ser un profundo conocedor del modelo y de las relaciones entre las variables. ☹ Dificultad de adaptar el modelo y marco dominio teórico a una realidad empresarial.
Bernard (2006)	<ul style="list-style-type: none"> ☺ El aprendizaje es facilitado porque los alumnos son agentes activos del proceso ☺ Permite la integración del conocimiento adquirido de forma aislada en las diversas disciplinas proporcionando una visión holística de la empresa ☺ Compacta el tiempo para que el alumno pueda ver los resultados esperados en pocas horas. ☺ Familiariza al alumno con herramientas de toma de decisiones. ☺ Identifica y trabaja aspectos comportamentales como liderazgo y trabajo en equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> ☹ El efecto “video-game” donde el participante busca apenas la victoria en el juego ☹ La simulación simplifica el funcionamiento de una empresa y no dispone de todas las variables como las cualitativas ☹ Si es desarrollado por cuenta propia suele ser muy caro ☹ Si se adquiere por fuera, y es electrónico, también es caro en su adquisición y mantenimiento.
Rosa e Azuaya (2006)	<ul style="list-style-type: none"> ☺ Gran interés entre los alumnos ☺ Reducción del gap entre teoría y práctica de la gestión. ☺ Aspecto lúdico y saturación de métodos tradicionales ☺ Utilización de internet como herramienta de aplicación. ☺ Comprensión de la complejidad del mundo empresarial. 	<ul style="list-style-type: none"> ☹ Dificultad en encontrar profesores o aplicadores de juegos ☹ Alto costo de adquisición o desarrollo ☹ Juegos orientados y desarrollados para la realidad de países extranjeros.

Tabla 2.3. Fortalezas y debilidades de los juegos de empresa
(Continuación)

Autor	Fortalezas	Debilidades
Martinelli (1988)	<ul style="list-style-type: none"> ☺ Feedback constante entre los participantes ☺ Alto realismo para los participantes ☺ Abraza una extensa faja de problemas de gerenciamiento ☺ Busca el desarrollo de los participantes en función a sus necesidades ☺ Adaptabilidad entre diferentes finalidades 	<ul style="list-style-type: none"> ⊗ No definir claramente los objetivos que se propone ⊗ Factores externos ser poco contemplados. ⊗ Simplificación de la realidad para que sea posible la simulación.
Suaia (2006)	<ul style="list-style-type: none"> ☺ Permite asimilar principios que son integrados y aplicados en nuevas situaciones ☺ Somete a los participantes a fuerzas competitivas, económicas, legales, sociales y políticas ☺ El participante tiene control de sus acciones y sigue el resultado producido por sus decisiones ☺ La experiencia no presupone ejercerla en una empresa real ☺ Alto grado de satisfacción y aprendizaje de los participantes. 	<ul style="list-style-type: none"> ⊗ En ocasiones el modelo simulado es excesivamente complejo para alumnos y profesores ⊗ Conducción de profesores no preparados.
Protil (2005)	<ul style="list-style-type: none"> ☺ Estimula el pensamiento sistémico ☺ Entrena en el proceso de toma de decisiones ☺ Estimula el estudio de la teoría de la administración ☺ Entrena liderazgos ☺ Estimula habilidades para trabajar en equipo. ☺ Controla el desempeño de los participantes. 	<ul style="list-style-type: none"> ⊗ Problemas de organización ⊗ Costos altos de adquisición ⊗ Requiere complementar con otros métodos (por ejemplo, estudio de casos).

A partir de lo señalado, se observa que sin bien es cierto los juegos de empresa tienen debilidades, no podemos ignorar que los investigadores citados en la Tabla 2.3. coinciden en señalar que los juegos estimulan el aprendizaje. Todos ellos están de acuerdo que el que aprende tiene que participar activamente del proceso de aprendizaje, por ello se ha atribuido gran importancia al entrenamiento a través de los juegos de empresa.

El juego de empresa es importante porque le proporciona al usuario un laboratorio para probar y experimentar sus decisiones y para analizar el efecto de las mismas en escenarios virtuales que replican fielmente una determinada realidad. Debemos valorarlos entonces como un soporte muy útil en todo proceso de enseñanza-aprendizaje.

Considero que ningún otro método permite a los usuarios, simular situaciones tan variadas de la vida real, y les ofrece al mismo tiempo escenarios altamente estimulantes, donde es posible aprender un gran número de conceptos en un tiempo muy breve. Esto podría ser hecho en escenarios convencionales también, pero los lapsos para alcanzar los mismos objetivos serían mucho mayores. El ingrediente tiempo, por tanto, es una gran fortaleza del juego de empresa.

Los juegos de empresa al comprimir el tiempo y el espacio de las experiencias, posibilitan que se identifiquen los efectos de nuestras decisiones en el futuro, y que podamos ver ese futuro hoy mismo.

2.2.9. Clasificación de los juegos de empresa

La Tabla 2.4. muestra un mosaico de criterios a partir de los cuales pueden clasificarse los juegos de empresa. Si bien es cierto, no hay unanimidad al respecto, se considera que todas estas perspectivas son válidas; y se

propone otra categoría que está muy alineada a lo planteado por Gramigna (1993). Los juegos los podemos clasificar por las habilidades que se quieren desarrollar. Dentro de estas tenemos las habilidades técnicas y las habilidades no técnicas.

Un juego de negocio diseñado para potenciar habilidades técnicas, a su vez puede sub-dividirse en juegos holísticos o específicos. Los específicos se ocupan de simular los procesos propios de un área (Marketing, Finanzas, Producción, Compras, Distribución, etc.), mientras que los juegos holísticos simulan todos (o gran parte), de los procesos que están presentes a lo largo de toda la cadena de valor.

Cuando se piensa en juegos focalizados en desarrollar actividades técnicas, se encuentra en el mercado, juegos en el ámbito técnico-estratégico, técnico-táctico y técnico operacional.

Todos los juegos de empresa mencionados en la Tabla 2.2., por ejemplo, caen en la categoría de juegos que desarrollan habilidades técnicas.

Por otro lado tenemos juegos de empresa cuyo interés más bien es mejorar las habilidades no técnicas, tales como liderazgo, comunicación, motivación, entre otras. Aquí podemos destacar, a Tapia (1996), que desarrolló el Juego de Empresas Leadersit. Se trata de un aplicativo computacional que permite que las personas desarrollen su potencial de liderazgo. El software se basa en la Teoría de la Lideranza Situacional y ha sido instalado e implementado con éxito en el “Banco del Estado de Santa Catarina - Brasil”, en la “Secretaria del Estado de la Salud del Estado de Santa Catarina - Brasil”, y en la “Universidade Federal de Santa Catarina - Brasil”.

Tabla 2.4. Clasificación de los juegos de empresa

Autor	Criterio de Clasificación	Categorización
Tanabe (1977)	Medio de Verificación	a) Manuales (cálculos hechos por los alumnos / profesor) b) Computarizados (cálculos e informes proporcionados por el computador)
	Amplitud	a) Administración General (la empresa es vista como un todo) b) Juegos Funcionales (apenas una función de la empresa es analizado)
	Interacción de los Equipos	a) Interactivos (Las decisiones de unos afectan las decisiones de los demás) b) NO Interactivos(Las decisiones alteran apenas a la empresa)
	Sector de la Economía	a) Industrial b) Comercial c) Financiero d) Servicios
Elgood, (1987)	Amplitud	a) Juego Funcional (Alcanza una función de la empresa) b) Juego de Empresa (Abarca la mayoría de funciones de la empresa) c) Juego de Negocios (Envuelve diversas empresas compitiendo entre sí)
Suaia (1997)	Amplitud	a) Juegos Funcionales (Abordan un área funcional de la empresa, y el aprendizaje se centra en esa área) b) Juegos Sistémicos (Abordan la empresa como un todo incluyendo decisiones en todas las áreas organizacionales y del ambiente económico.
Gramigna (1993)	Habilidades	a) Juegos Orientados al Desarrollo Personal (focalizando en el aprendizaje de habilidades comportamentales) b) Juegos de Proceso (orientados al desarrollo gerencial, enfatizando productos-procesos y concentrados en la preparación técnica del grupo) c) Juegos de Mercado (Similar a los Juegos de Proceso pero reproduciendo situaciones de mercado).

Tabla 2.4. Clasificación de los juegos de empresa
(Continuación)

Autor	Criterio de Clasificación	Categorización		
Vicente (2001)	Toma de Decisiones	a) Juegos de Guerra (war-games o bélicos) b) Juegos de Estrategia (Civilización, Colonización) c) Role Playing Games, (Interpretación de personajes) d) Juegos de Empresa (Toma de decisiones empresariales).		
Kopittke (1992)	Especificidad del Modelo Desarrollado	a) Juegos a la Medida (Desarrollados para una empresa real y específica a partir del modelamiento de sus proceso) b) Juegos Sectoriales (Simulan empresas de un sector, como por ejemplo, el industrial de confecciones). c) Juegos Funcionales (El modelo privilegia una función dentro de la empresa) d) Juegos Generales (El modelo lleva en cuenta las principales funciones empresariales sin detallar ninguna).		
Tapia Vargas Flor de María	Habilidades	Técnicas	Técnico- Estratégico	Juegos Holísticos (Simulan todos o gran parte de los procesos que atraviesan la cadena de valor)
			Técnico- Táctico	
			Técnico- Operacional	
			Técnico- Estratégico	Juegos Específicos (Simulan los procesos propios de un área o función)
			Técnico- Táctico	
			Técnico- Operacional	
No Técnicas	Juegos interesados en desarrollar habilidades tales como: Liderazgo, Comunicación, entre otros			

Otras investigaciones, tales como Natal (2007), se han inspirado en Lidersit, y han perfeccionado el modelo de Lideranza Situacional y desarrollado nuevos productos.

2.2.10. Los juegos de empresa y la ruptura de esquemas mentales

Hay algunos mitos y esquemas mentales que los Juegos de empresa pueden contribuir a diluir.

a) El aprendizaje es una actividad obligada → Falso. Dado el carácter divertido del juego, los usuarios están muy inclinados a participar voluntariamente en un aprendizaje experimental.

b) Reforzar paradigmas → Falso. De hecho, gran parte de los juegos de empresa se diseñan expresamente para hacer que el participante cuestione el paradigma que le gobierna. Esto hace justamente que el desorden y conflicto generado por la simulación, reduzca la resistencia al cambio y el usuario esté más dispuesto a adquirir nuevos conocimientos. Al usuario no se le está tratando de convencer con argumentos teóricos. Él puede ver y palpar los efectos de la simulación, y sentir vivamente que lo que consideraba como verdad irrefutable, no tiene razón de ser.

En ésta investigación, se propone un juego, de manera que en una primera simulación los participantes puedan cuestionar el mito que una línea de producción perfectamente balanceada es garantía de ejecutar el plan tal como planeado, pues se cuentan con recursos suficientes.

c) El aprendizaje es un proceso lento y tedioso → Falso. La compresión del tiempo y espacio en el juego hace más bien que el proceso de aprendizaje se acelere. La retroalimentación que brinda el juego, es mucho más efectiva y clara, toda vez que el tiempo entre las decisiones

presentes y futuras de los participantes en estos ambientes simulados son on-line. El transcurso del tiempo no degrada la retención de datos, precisión del recuerdo de la información, etc. (como si ocurre muchas veces en escenarios reales),

- d) Tengo miedo de errar → Falso. El juego de negocio es más bien un escenario virtual donde no hay riesgos reales de cometer errores. Las tomas de decisiones del participante únicamente lo llevarán a ganar o perder en el juego, sin riesgos reales económicos, sociales, legales, etc.
- e) El aprendizaje es un proceso individual → Falso. El juego de empresa más bien invita al participante a discutir, compartir y analizar sus ideas y decisiones con los otros jugadores, y además ver el impacto de sus decisiones sobre otros individuos y procesos, haciendo que tenga una experiencia más rica y completa del escenario simulado.
- f) La teoría es suficiente para aprender → Falso. Ya se ha citado anteriormente diversos investigadores que coinciden que es necesario el marco teórico en el proceso de aprendizaje, pero la teoría no es suficiente. La teoría puede ser mucho mejor comprendida cuando va acompañada de la práctica, y la experiencia práctica la proporciona el juego de empresa.

2.2.11. Importancia y orígenes de la Teoría de Restricciones

Tanto a nivel de pre-grado como de post-grado, en las disciplinas de Administración de Operaciones, Administración de Costos, Administración de la Cadena de Suministros, entre otras; al depararse con el estudio de técnicas para gestionar empresas manufactureras o de servicios, el alumno

(de administración, de ingeniería industrial, de ingeniería de la producción, entre otros), es conducido al estudio de uno de los tres Modelos de Referencia para administrar el negocio, el estudio de la Teoría de Restricciones (Theory of Constraints System).

La creación de la Teoría de Restricciones se debe a Eliyahu Moshe Goldratt, un americano que se graduó en Física y se interesó en el mundo de las operaciones, debido a que un amigo suyo, que tenía una planta industrial, le pidió que lo ayude a mejorar el sistema de producción de esa planta. Cuando Goldratt ejecutó las mejoras, la planta triplicó la producción (Jayson, 1987). Con el tiempo, patentó su Modelo en EEUU bajo el nombre de Optimized Production Technology – OPT.

Asimismo desarrolló un software al que le puso por nombre OPT, y si bien el software fue eficaz, resultó controvertido. Las controversias surgieron debido a que las empresas tenían que ejecutar el software OPT para lograr resultados, pero las empresas no entendían lo que el software hacía, dado que su autor se había rehusado a dar los detalles del algoritmo de programación que había ideado. Adicionalmente, según Nahmías (1995), como la Teoría creada por Goldratt iba contra la intuición y es una Teoría muy diferente a lo propuesto por el Modelo de Empuje y el Modelo Lean Enterprise, y tenían que depender del Software OPT sin entenderlo muy bien; las empresas se encontraron con muchas dificultades para poder contar con supervisores que realizaran las actividades en la secuencia determinada por el software. Para diluir estos temores Goldratt (1992 & 1994) escribe sus famosos libros “The Goal”, y “It’s Not Luck” respectivamente. Junto a estas publicaciones patentó un nuevo nombre

para la teoría, la cual pasó a llamarse Teoría de Restricciones. Cabe destacar que a pesar del cambio de nombre, el fundamento de la teoría se conservó igual. Ésta metodología de gestión tiene varios aspectos importantes. Primero, plantea que la empresa debe ser gestionada como un sistema. Para explicar éste concepto, Goldratt utiliza una analogía, comparando una empresa con una cadena. Cada eslabón de la cadena representaría cada proceso en una empresa. Ahora bien, si aplicamos fuerza a una cadena, ésta siempre se rompe en su eslabón más débil. La cadena por tanto, no tiene una fuerza equivalente a la suma de la fuerza de sus eslabones. Más bien, la fuerza de una cadena está dada por su eslabón más débil. Ése es el eslabón que representa la restricción de fuerza en la cadena. Si queremos mejorar la resistencia de la cadena, deberíamos mejorar el eslabón más débil. Lo mismo ocurre en las empresas. De todos los procesos que conforman una empresa, siempre habrá uno que es el proceso más débil, y ése será el proceso que define el desempeño del sistema empresa. Por tanto, no tiene sentido que mejoremos cualquier proceso pues estaríamos haciendo mejoras locales, y una mejora local (una mejora en producción, en marketing, en compras, etc.), no necesariamente es una mejora del sistema empresa. Es decir, si regresamos a la analogía de la cadena, para hacer una mejora a nivel empresa, debemos concentrar nuestros esfuerzos en mejorar el proceso más débil, también llamado restricción. Por otro lado, la mayoría de las iniciativas estratégicas emprendidas por las empresas en la actualidad se enfocan en aumentar la rapidez de sus operaciones a todo lo largo de la cadena de suministros. ¿ Por qué es tan importante la rapidez ?, porque se reducen costos, toda

vez que los materiales atraviesan más rápido la cadena de valor. Los tiempos de compra, fabricación y distribución se comprimen, y ello implica que los inventarios están menos tiempo en la empresa reduciendo no solo costos de inventario, sino costos de planificación, de programación, de control, entre otros. Reducir tiempos es una fuente de ventaja competitiva muy apreciada por los clientes, lo cual redundará en un mejor nivel de servicio a los mismos; y clientes más satisfechos significa más demanda. Antes que existiera la Teoría de Restricciones, los administradores solían consagrar sus esfuerzos a mejorar la eficiencia y aumentar la velocidad a lo largo de toda la cadena de suministros, y en particular en los procesos de fabricación; en vez de centrar su atención solo en el proceso que constituye la restricción del sistema. El proceso restrictivo frena la duración total del ciclo de un producto.

Goldratt & Cox (1986), dan el ejemplo de una tropa de boy scouts durante una exploración: el que avanza más lento es la restricción, y es el que determina el paso de la tropa.

Las empresas han aprendido que incrementar la eficiencia y velocidad en los procesos que no constituyen restricciones puede resultar contraproducente. Una eficiencia innecesaria puede dar como resultado la acumulación de inventarios en proceso, en actividades previas a la restricción y a su vez dilatación de los tiempos de manufactura e incremento de costos (de la misma manera que los scouts se “apelotonarían” detrás del scout más lento). Lo que la Teoría de Restricciones ha hecho, es dirigir la atención a incrementar la rapidez en las restricciones, lo cual genera una reducción favorable en la reducción total de los tiempos de la cadena de suministro.

2.2.12. Teorema de la Teoría de Restricciones

Ferreira (2007) sustenta que el énfasis de la Teoría de Goldratt es alcanzar lo que él denomina la meta de la organización, es decir hacer más dinero ahora y en el futuro. El punto central de la teoría es que toda empresa, en el proceso de alcanzar su meta, presenta al menos una restricción. Si eso no ocurriese, las organizaciones tendrían ganancias infinitas. Una restricción se define como algo que está impidiendo lograr un mejor desempeño del sistema empresa. El Teorema de la Teoría de Restricciones está basado en cinco pasos que deben ser aplicados en el orden descrito.

Primer Paso: "Identificar la Restricción". Existen tres categorías de restricciones:

- a) Restricciones internas. Se encuentran dentro de la empresa. Ejemplos: un recurso hombre o máquina que tiene la menor capacidad disponible, limitaciones de espacio en el almacén, insuficiente capacitación o formación, etc.
- b) Restricciones externas. En éste caso la restricción está en el mercado. Esto ocurre cuando la demanda del mercado para un artículo es menor que la menor capacidad que tiene la máquina para producir ese artículo.
- c) Restricciones políticas. Las más comunes son utilizar los indicadores de productividad, utilización y eficiencia para medir el desempeño de todos los recursos en la empresa. Por tanto se hace muy importante cambiar cualquier política que esté en conflicto con el tiempo ocioso planeado de los recursos no restrictivos. La nueva política debe estar ahora orientada en exigir productividad, maximización de utilización y eficiencia únicamente a la restricción.

Segundo Paso: “Explotar la Restricción”. El término “Explotar”, debe ser entendido como “Hacer el mejor uso de la Restricción”, o también “Exprimir la Restricción”.

Tercer Paso: “Subordinar todo a la acción tomada en el Paso 2”. Esto significa que todos los componentes del sistema que son no restricciones, deben ajustarse y trabajar sincronizadamente para dar soporte a la máxima eficiencia de la restricción.

Ésta etapa significa un gran cambio respecto al modo convencional de trabajar, ya que los demás recursos al trabajar en función a la restricción estarán trabajando por debajo de su capacidad disponible, lo cual significa que eventualmente estarán ociosos. En caso esto no ocurra, lo único que harán será incrementar el inventario en proceso, los costos y las ineficiencias anteriormente mencionadas.

Cuarto Paso: “Eleva la Restricción”. Esto significa conseguir más del recurso escaso. Con la mejora del desempeño de la restricción el potencial de los recursos no restrictivos podrá ser mejor utilizado para mejorar el desempeño global del sistema.

Quinto Paso: “Si en el Cuarto Paso se ha eliminado la restricción, no permita que la inercia se convierta en una nueva restricción, por tanto regrese al Paso Uno”. Cuando se aplica eleva una restricción, por lo general, ésta se elimina. Sin embargo eso no significa que ya no hayan más restricciones. Las restricciones no desaparecen del sistema, sino más bien se desplazan. Ahora otra será la restricción, y deberemos identificarla y volver a aplicar consistentemente todo el teorema para replicar el proceso de mejora continua.

2.2.13. Principios aplicados a la Teoría de Restricciones

La Teoría de Restricciones refuerza que la suma de las mejoras locales no es igual a la mejora total del sistema, y en éste sentido hace falta no perder de vista los siguientes principios aplicados a la gestión de las organizaciones bajo el modelo de teoría de restricciones:

- a) Balancear el flujo y no la capacidad → La atención debe focalizarse en el flujo de materiales y no sobre la capacidad instalada de los recursos.
- b) La utilización de un recurso no restrictivo no es determinado por su disponibilidad, más por alguna otra restricción del sistema.
- c) Una hora perdida en un recurso restrictivo, es una hora perdida en todo el sistema.
- d) Una hora ganada en un recurso que no es la restricción es solo un espejismo.
- e) La restricción determina la ganancia y el inventario. Las restricciones además de determinar el flujo de la empresa, determinan también los niveles de inventario que deben construirse a lo largo de la cadena y dado que la empresa no puede ir más rápido que su recurso restrictivo.
- f) El lote de transferencia puede no ser y frecuentemente no debería ser igual al lote de procesamiento. Podemos usar un lote de procesamiento en el cuello de botella para minimizar costos, reducir setups y hacer más eficiente la producción en el cuello de botella. Sin embargo no debería producirse en lotes en toda la planta. Es decir el lote de transferencia puede y debe ser diferente del de procesamiento porque los demás recursos tienen mayor capacidad que el cuello de botella.

2.2.14. Administración de los buffers o amortiguadores

Goldratt & Fox (1994), describen tres tipos de buffers o amortiguadores en la Teoría de Restricciones. El amortiguador de la restricción (Time Buffer), es el que protege a la restricción. Es importante construir éste amortiguador, pues de lo que se trata es mantener a la restricción trabajando todo el tiempo, pues un minuto perdido en la restricción, es un minuto que la empresa deja de hacer dinero. Por tanto, en caso los recursos precedentes a la restricción paren (por ejemplo por mantenimiento correctivo), el amortiguador podrá seguir trabajando pues tiene un pulmón de inventarios que lo protege. El segundo buffer es el de embarque (shipping buffer). Éste amortiguador protege el envío respecto a la fecha programada. Es necesario construirlo por las fluctuaciones propias de la demanda.

Está también el amortiguador de ensamble (assembler buffer), que organiza las partes no restrictivas de modo que las partes de la restricción nunca se retrasen por falta de partes no restringidas. Ahora bien, Goldratt & Fox (1994), señalan que los tres amortiguadores, deben estimarse en unidades de Tiempo. Sin embargo Goldratt & Fox (1994), no dan una fórmula para efectuar ese cálculo. Simplemente nos recomiendan: “El material que se planea que esté en el primer tercio del amortiguador siempre debe estar presente. Se debe esperar que falte la mayoría del material planeado para el último tercio. Y el contenido del tercio medio del amortiguador debe encontrarse entre esos dos extremos”. Como podemos ver Goldratt & Fox (1994), no brindan fórmulas estadísticas o probabilísticas para calcular esos amortiguadores.

2.2.15. Sistema de programación Drum-Buffer-Rope (DBR)

El sistema de programación propio del Modelo de Teoría de Restricciones es el sistema Drum-Buffer-Rope, conocido como Sistema DBR, que hace referencia a las palabras inglesas Tambor-Amortiguador-Cuerda.

Goldratt & Fox (1994), señalan que el tambor es la restricción. El Sistema de Programación DBR consta de dos etapas.

La primera consiste en hacer un programa detallado para la restricción o tambor. Conocida la fecha en que tiene que estar listo el producto que se quiere manufacturar, se hace una programación hacia atrás. El programa se realiza de manera tal de lograr que el producto esté totalmente manufacturado antes de lo necesario. Ese tiempo antes lo dicta el shipping buffer. La programación hacia atrás entonces, considera al shipping buffer, y los tiempos estándar para manufacturar el producto. El proceso de programación hacia atrás tiene como objetivo identificar el día que el producto tiene que ser cargado en la restricción.

Éste proceso de Programación hacia atrás se repite con todos los productos que se quiere manufacturar. Al final, se tiene un perfil de carga del Tambor, es decir, la capacidad que se requiere en el la restricción para operacionalizar el plan de producción propuesto.

Si la capacidad requerida en la restricción es menor que la capacidad disponible, el plan está validado, de lo contrario hay que modificar el plan de producción propuesto. Una vez que se tiene el programa en el tambor, comienza la segunda etapa del sistema de programación DBR. En ésta segunda etapa lo que se programa son las fechas en las cuales debe comenzar y terminar el trabajo en las operaciones anteriores y posteriores al

cuello de botella, considerando el programa desarrollado en el tambor, el time buffer y el assembler buffer.

Entonces la cuerda pasa a tomar forma, pues queda claro no solo en qué momento tienen que iniciarse las operaciones anteriores al cuello de botella, sino también el momento en que los productos en proceso tienen que arribar al cuello de botella. El material arribará al cuello de botella en un determinado momento, y permanecerá estacionado allí un tiempo, tiempo que es conocido como time buffer. El concepto de cuerda tiene varias connotaciones. Por un lado identifica el momento en el cual cada operación anterior al cuello de botella tiene que manufacturar los artículos de acuerdo a lo planeado. Por otro lado expresa una longitud en términos de tiempo, que hace referencia no solo al tiempo que demora hacer todas las operaciones anteriores al cuello de botella, sino también incorpora la longitud o tiempo del amortiguador que protege al cuello de botella. Finalmente, define el momento en que los materiales deben ser lanzados a piso de planta o si se quiere el momento en el cual debe iniciarse el proceso productivo.

La cuerda entonces es uno de los mecanismos que tiene el Modelo de Restricciones para controlar el flujo de producción. Con la cuerda podemos identificar claramente cuáles son los recursos que están “atados” a la restricción (que recursos son anteriores a la restricción), y obligarlos a ir al ritmo de la restricción, esto se logra haciendo que las operaciones anteriores al cuello de botella se ejecuten según el programa planeado.

Por otro lado, conocido el programa realizado en el tambor, podemos saber el día en que los materiales deben arribar a la restricción y tenemos entonces un mecanismo práctico para controlar el flujo de producción. La idea es que

los materiales no arriben antes ni después a la restricción, de lo contrario tendremos que desacelerar o acelerar la cuerda, esto es, hacer que los recursos atados a ella fabriquen más despacio o más rápido para no incrementar las colas de producto en proceso o para no dejar hambrienta a la restricción. El Programa DBR es factible siempre y cuando se cargue la restricción a su máxima expresión, es decir no se permita que esté ociosa y la productividad, eficiencia y utilización de éste recurso escaso se maximicen. La administración de los buffers ya ha sido hecha anteriormente, sin embargo reiteramos que el principal buffer es el time buffer, es decir el que protege la restricción y hay que controlarlo permanentemente para que no se rompa ni para que prolifere.

Todos los recursos posteriores al cuello de botella si bien es cierto tienen que ser controlados, en realidad quedan subordinados intrínsecamente a la restricción, pues por más que quieran fabricar más, e ir más rápido no podrán toda vez que son alimentados por la restricción.

2.2.16. Enseñanza de la Teoría de Restricciones

Cuando se enseña el Modelo de Teoría de Restricciones, se presenta de manera teórica las etapas antes descritas a los alumnos, señalando que en un proceso productivo es necesario sacar el mayor provecho de la restricción. Esto significa que los trabajos que deben ser hechos por un recurso escaso (la restricción), deben ser priorizados de acuerdo con su ganancia.

Es necesario cuidar que los otros recursos trabajen en función al ritmo de la restricción, y que al elevarse la restricción, hay que buscar en el sistema el

nuevo recurso restrictivo, identificarlo y volver a aplicar todo el teorema nuevamente desde el principio. Se les explica adicionalmente a los alumnos que cualquier recurso no restrictivo que fabrique en función a sus propias capacidades, es decir produzca a una tasa superior de producción respecto al recurso restrictivo, solo generará stocks (proliferación de inventarios), costos y mayores lead times de producción. Se advierte que, según el Modelo de Teoría de Restricciones, la capacidad de producción y la producción real de todos los recursos debe ser igual a la capacidad del cuello de botella. Todos los recursos tienen que fabricar únicamente lo que requiera el cuello de botella. Se expresa a los alumnos no solo el Teorema de Teoría de Restricciones, sino se enfatizan los principios subrayando que un minuto perdido en un cuello de botella es un minuto que la organización deja de hacer dinero, mientras que un minuto ahorrado en un recurso no restrictivo no representa ningún ahorro ni mejora para la empresa, antes bien, se tendrá tan sólo más tiempo no productivo planeado (tiempo muerto). La conclusión entonces es que el recurso restricción no define únicamente la producción real del sistema empresa, sino determina también el programa detallado de producción y los tiempos en los cuales todos los recursos deben fabricar, definiendo el flujo o ritmo de producción. Pero también el recurso restricción define como y donde dimensionar los stocks.

Cabe mencionar que el problema de transmitir los conceptos del Modelo de Teoría de Restricciones se vuelve más complejo cuando el estudiante ha tenido poco contacto con un ambiente productivo, o aun trabajando en un ambiente productivo, él está familiarizado a planear con otro Modelo de Referencia y no con el de Teoría de Restricciones. En éste último caso el

alumno tiene que romper una serie de esquemas pre-establecidos, y que colisionan directamente con lo propuesto por el Modelo de Teoría de Restricciones. Se le dice al estudiante que el tambor (y no el plan de demanda) define todo el programa y ritmo de producción; que la cuerda representa los recursos atados a la restricción y que deben fabricar sincronizadamente con el tambor, y que debe controlarse ese flujo de producción de manera especial (es decir los recursos no pueden fabricar en función a su capacidad disponible).

Se le advierte al estudiante que el único recurso que no debe dejar de trabajar es la restricción, que hay que crear pulmones para proteger a la restricción. Que los demás recursos si hace falta hay que mantenerlos ociosos, parados, no productivos.

La ilustración de todos esos conceptos en sala de aula se acostumbra hacerlos por medio de gráficos, esquemas, fórmulas, técnicas de programación finitas e infinitas, simulaciones en hojas de cálculo, etc. Incluso se suelen utilizar videos de empresas que trabajan en sus plantas con el sistema DBR; sin embargo a pesar de toda esa información, el alumno no tiene, o tiene muy poca oportunidad de interactuar con toda la dinámica de ese proceso.

Como se ha mencionado anteriormente, muchas de las investigaciones realizadas a nivel mundial, y en particular las destacadas en el apartado 2.1.7. de ésta tesis, señalan que los alumnos comprenden teóricamente con relativa facilidad algunos conceptos del Modelo de Teoría de Restricciones, sin embargo el fenómeno de la dependencia entre procesos, el control del flujo de producción, el sistema de programación DBR, o incluso

la identificación y dimensión de buffers creen haberlo entendido, pero queda comprobado en las investigaciones realizadas que esos conceptos no los asimilaron bien, y solamente luego de jugar es que pasan a comprenderlos y aplicarlos efectivamente.

Es en éste sentido que el juego que se propone en ésta investigación, puede desempeñar una herramienta complementaria de mucha ayuda, ilustrando de forma práctica diversos conceptos propios del Modelo de Teoría de Restricciones. Adicionalmente este juego no está desarrollado en un software que necesite computadoras y un ambiente especial para ser simulado, antes bien, los recursos que se utilizarán (dados, fichas y algunos formatos), hacen que la herramienta propuesta sea muy atractiva, pues podrá ser replicada en cualquier ambiente de capacitación sin ninguna dificultad y con mínimo costo.

2.3. Definiciones conceptuales

- Business Game (Juego de Empresa) → Son herramientas que permiten simular (cuantitativa y/o cualitativamente), ambientes empresariales, tomando como referencia modelos bien acotados, y son utilizados para la enseñanza y entrenamiento en la gestión de negocios.
- Capacity Available (Capacidad Disponible) → Es la capacidad de un sistema o recurso para producir una cantidad de productos en un período determinado de tiempo.
- Capacity Required (Capacidad requerida) → Es la capacidad de un sistema o recurso necesaria para producir una cantidad deseada de productos en un periodo determinado de tiempo.

- Constraint (Restricción) → Cualquier elemento o factor que impide a un sistema alcanzar un alto nivel de rendimiento con respecto a su objetivo.
- Drum-Buffer-Rope (Tambor-Amortiguador-Cuerda) → Técnica generalizada descrita por la Teoría de restricciones para gestionar recursos con el propósito de maximizar el volumen de salida. El tambor (drum) es el ritmo de producción que permite el recurso crítico o restricción del sistema. El amortiguador (buffer) establece una protección frente a la incertidumbre de tal manera que el recurso crítico pueda maximizar siempre el volumen de salida. La cuerda (rope) permite la comunicación desde el recurso crítico hasta la operación de salida, y marca el ritmo con el que se libera material al sistema para apoyar al recurso crítico.
- Learning (Aprendizaje) → Es el proceso a través del cual se adquieren o modifican habilidades, destrezas, conocimientos, conductas o valores como resultado del estudio, la experiencia, la instrucción, el razonamiento y la observación.
- Line Efficiency (Eficiencia de la Línea) → Medida del contenido real de trabajo frente al tiempo de ciclo de la operación limitadora en una línea de producción. El porcentaje de eficiencia de una línea es igual a la suma de todos los tiempos de tarea dividido por el tiempo mayor de todos ellos, y multiplicado por el número de puestos.
- Model Reference (Modelo de Referencia) → Sistemas de Información diseñados e implementados a nivel mundial que se encargan de conducir integralmente todas las operaciones de la empresa, permitiendo administrar eficientemente el flujo de inventarios, y maximizar el nivel de

servicio al cliente. Los modelos de referencia no toman decisiones ni administran las operaciones, son los directivos quienes efectúan estas actividades.

- Planning (Planeamiento) → Es un curso predeterminado de acción durante un período, que representa una respuesta adaptativa a un entorno previsto para lograr un conjunto específico de objetivos.
- Production Activity Control (Control de Actividad de Producción) → Función de fijación de rutas y priorización del trabajo que debe realizarse en una planta de producción. Abarca los principios, enfoques y técnicas necesarios para programar, controlar, medir y evaluar la eficiencia de las operaciones de producción.
- Productivity (Productividad) → Es la salida real de producción comparada con la aportación real de recursos.
- Protective Capacity (Capacidad de Protección) → Cantidad dada de capacidad extra en los centros de trabajo que no son cuellos de botella, por encima de la capacidad de los cuellos de botella, usada para proteger frente a las fluctuaciones estadísticas (averías, recepciones de materiales retrasadas, problemas de calidad, etc.). La capacidad e protección aporta a los no cuellos de botella la habilidad de recuperarse para garantizar el volumen de salida y las fechas de vencimiento.
- Protective Inventory (Inventario de Protección) → Cantidad de inventario requerida en relación a la capacidad de protección en el sistema para conseguir una cadencia específica en el cuello de botella.
- Teaching (enseñanza) → La enseñanza es una acción coordinada o mejor aún, un proceso de comunicación, cuyo propósito es presentar a

los alumnos de forma sistemática los hechos, ideas, técnicas y habilidades que conforman el conocimiento humano.

- Theory of Constraints (Teoría de Restricciones) → Filosofía de gestión desarrollada por Eliyahu M. Goldratt, útil para identificar problemas centrales de una organización, encontrar soluciones efectivas de segundo orden y desarrollar planes detallados de implantación. Los cinco pasos principales son: (1) identificar la restricción del sistema; (2) explotar la restricción; (3) subordinar todo lo demás a la acción tomada en el punto anterior; (4) elevar la restricción; (5) si en el paso cuatro se ha eliminado la restricción, volver al paso 1: no dejar que la inercia se apodere de la organización.
- Throughput (Volumen de Flujo) → En Teoría de restricciones, tasa con la que el sistema genera dinero a partir de las ventas.
- Throughput Time (Tiempo de Flujo) → Tiempo requerido por una pieza para pasar del comienzo a la terminación de un proceso. Se puede usar como medida de la efectividad de fabricación.
- Time Buffer (Colchón de Tiempo) → Cantidad en stock creada por el decalaje del plazo de entrega, como protección frente a una incertidumbre del proceso de producción.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Si los alumnos del curso de Planeamiento Táctico y Estratégico de Operaciones, de la Escuela de Post-Grado de Ingeniería Industrial de la Universidad Ricardo Palma, en el semestre académico 2013-1; utilizan el

juego de empresa propuesto, entonces mejoran el aprendizaje del Planeamiento y Control de la Producción, según el Modelo de Teoría de Restricciones.

2.4.2. Hipótesis específicas

➤ **Hipótesis específica A:**

Si los alumnos del curso de Planeamiento Táctico y Estratégico de Operaciones, de la Escuela de Post-Grado de Ingeniería Industrial de la Universidad Ricardo Palma, del semestre académico 2013-1, utilizan el juego de empresa propuesto, entonces aprenden en mayor grado que no basta planificar la capacidad requerida de los recursos utilizados para garantizar un plan de producción válido y efectivo.

➤ **Hipótesis específica B:**

Si los alumnos del curso de Planeamiento Táctico y Estratégico de Operaciones, de la Escuela de Post-Grado de Ingeniería Industrial de la Universidad Ricardo Palma, del semestre académico 2013-1, utilizan el juego de empresa propuesto, entonces aprenden en mayor grado a minimizar los efectos de dependencia y variabilidad reduciendo el gap entre el Plan de Producción Planeado versus el Plan de Producción Real.

➤ **Hipótesis específica C:**

Si los alumnos del curso de Planeamiento Táctico y Estratégico de Operaciones, de la Escuela de Post-Grado de Ingeniería Industrial de la Universidad Ricardo Palma, del semestre académico 2013-1, utilizan el juego de empresa propuesto entonces, se logra en mayor grado

programar efectivamente según el sistema DBR propuesto por el Modelo de Teoría de Restricciones.

2.4.3. Variables

La variable independiente y variables dependientes que se desprenden de las hipótesis causales general y específicas, se resumen en la Tabla 2.5.

Tabla 2.5. Variable independiente y variables dependientes derivadas de las hipótesis planteadas.

<p>HIPÓTESIS GENERAL (HG)</p> <p>Si los alumnos del curso de Planeamiento Táctico y Estratégico de Operaciones, de la Escuela de Post-Grado de Ingeniería Industrial de la Universidad Ricardo Palma, en el semestre académico 2013-1; utilizan el juego de empresa propuesto, entonces mejoran el aprendizaje del Planeamiento y Control de la Producción, según el Modelo de Teoría de Restricciones.</p>	<p>HIPÓTESIS CAUSALES</p> <p>X ————— ● Y</p> <p>Causa Efecto V. Independiente V. Dependiente</p> <p>(Uso del Juego) (Mejora del Aprendizaje)</p> <p>$Y = f(X)$ $Y = f(Y1, Y2, Y3)$</p>
<p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS A (HEA)</p> <p>Si los alumnos del curso de Planeamiento Táctico y Estratégico de Operaciones, de la Escuela de Post-Grado de Ingeniería Industrial de la Universidad Ricardo Palma, del semestre académico 2013-1, utilizan el juego de empresa propuesto, entonces aprenden en mayor grado que no basta planificar la capacidad requerida de los recursos utilizados para garantizar un plan de producción válido y efectivo.</p>	<p>HIPÓTESIS CAUSALES</p> <p>X ————— ● Y1</p> <p>Causa Efecto V. Independiente V. Dependiente</p> <p>(Uso del Juego) (Se Aprende en mayor grado que No basta Planificar la Capacidad Requerida para garantizar un Plan de Producción Válido y Efectivo)</p>
<p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS B (HEB)</p> <p>Si los alumnos del curso de Planeamiento Táctico y Estratégico de Operaciones, de la Escuela de Post-Grado de Ingeniería Industrial de la Universidad Ricardo Palma, del semestre académico 2013-1, utilizan el juego de empresa propuesto, entonces aprenden en mayor grado a minimizar los efectos de dependencia y variabilidad reduciendo el gap entre el Plan de Producción Planeado versus el Plan de Producción Real.</p>	<p>X ————— ● Y2</p> <p>Causa Efecto V. Independiente V. Dependiente</p> <p>(Uso del Juego) (se aprende en mayor grado a minimizar los efectos de dependencia y variabilidad reduciendo el gap entre el plan de producción planeado versus el plan de producción real)</p>
<p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS C (HEC)</p> <p>Si los alumnos del curso de Planeamiento Táctico y Estratégico de Operaciones, de la Escuela de Post-Grado de Ingeniería Industrial de la Universidad Ricardo Palma, del semestre académico 2013-1, utilizan el juego de empresa propuesto entonces, se logra en mayor grado programar efectivamente según el sistema DBR propuesto por el Modelo de Teoría de Restricciones.</p>	<p>X ————— ● Y3</p> <p>Causa Efecto V. Independiente V. Dependiente</p> <p>(Uso del Juego) (se aprende en mayor grado a Programar efectivamente según el sistema DBR)</p>

CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Diseño de la investigación

Para responder a las preguntas de investigación, cumplir con los objetivos del estudio así como someter las hipótesis formuladas a prueba, se desarrolló una investigación experimental.

Creswell (2009) denomina a los experimentos: “estudios de intervención”, porque es el investigador quien genera un escenario para tratar de explicar cómo afecta a quienes participan en dicho experimento versus con quienes no lo hacen. El uso del juego propuesto como se ha definido anteriormente refleja la variable independiente, y se manipuló intencionalmente ésta variable para analizar las consecuencias que se manifiestan sobre las variables dependientes. En el experimento se utilizó un grupo de control y un grupo experimental. Estos grupos son similares en todo menos en la manipulación de la variable independiente.

Dado que lo que se quiso es evaluar si la utilización del juego de empresa propuesto mejora el aprendizaje del Planeamiento y Control de la Producción

según el Modelo de Teoría de Restricciones, entonces se expuso al grupo experimental a la presencia del juego de empresa, mientras que el grupo de control trabajó sin utilizar el juego. Posteriormente se midió los resultados para saber si los logros en el aprendizaje del planeamiento y control de la producción fueron diferentes entre ambos grupos.

La investigación desarrollada consistió de dos experimentos (Experimento N^o1 y Experimento N^o2), que se describen de manera completa en el Anexo 4 de esta Tesis.

Sin embargo, las Figuras 3.1. y 3.2., resumen gráficamente los objetivos y diseños de los mismos.

3.2. Población y muestra

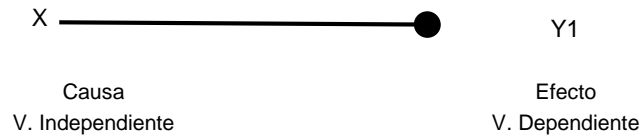
Con la finalidad de validar las hipótesis y evaluar empíricamente los resultados del experimento, de una población de 17 estudiantes conformada por los alumnos del curso de Planeamiento Táctico y Estratégico de Operaciones de la Escuela de Post-Grado de Ingeniería Industrial de la Universidad Ricardo Palma, semestre académico 2013-1; se seleccionaron dos muestras aleatoriamente, cada una de tamaño 8, las cuales conformaron el Grupo de Control y el Grupo Experimental.

El tamaño de cada muestra (o cada grupo) fue de ocho alumnos. Éste tamaño no es arbitrario, sino más bien es dictado por el propio diseño del juego propuesto, pues en el juego se simula una línea de producción con ocho centros de trabajo. Es decir, cada alumno se desempeñó como si fuera un operario de un puesto de trabajo. De allí que el tamaño de cada grupo (experimental y de control) fue de ocho alumnos.

OBJETIVO DEL EXPERIMENTO N° 1 → Validar la Hipótesis Específica A (HEA)

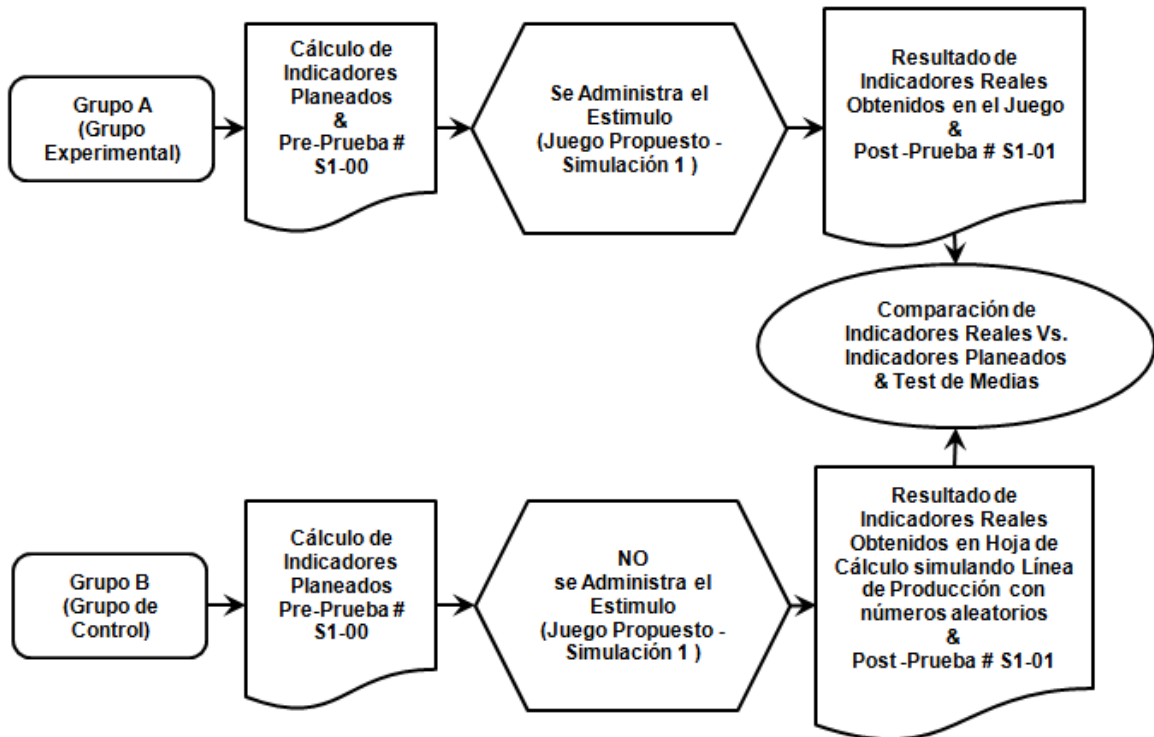
HIPÓTESIS ESPECÍFICAS A (HEA)

Si los alumnos del curso de PT&EO de la Escuela de PostGrado de Ing. Industrial de la Universidad Ricardo Palma, del semestre académico 2013-1, utilizan el juego de empresa propuesto entonces se aprende en mayor grado que no basta planificar la capacidad requerida de los recursos utilizados para garantizar un plan de producción válido y Efectivo

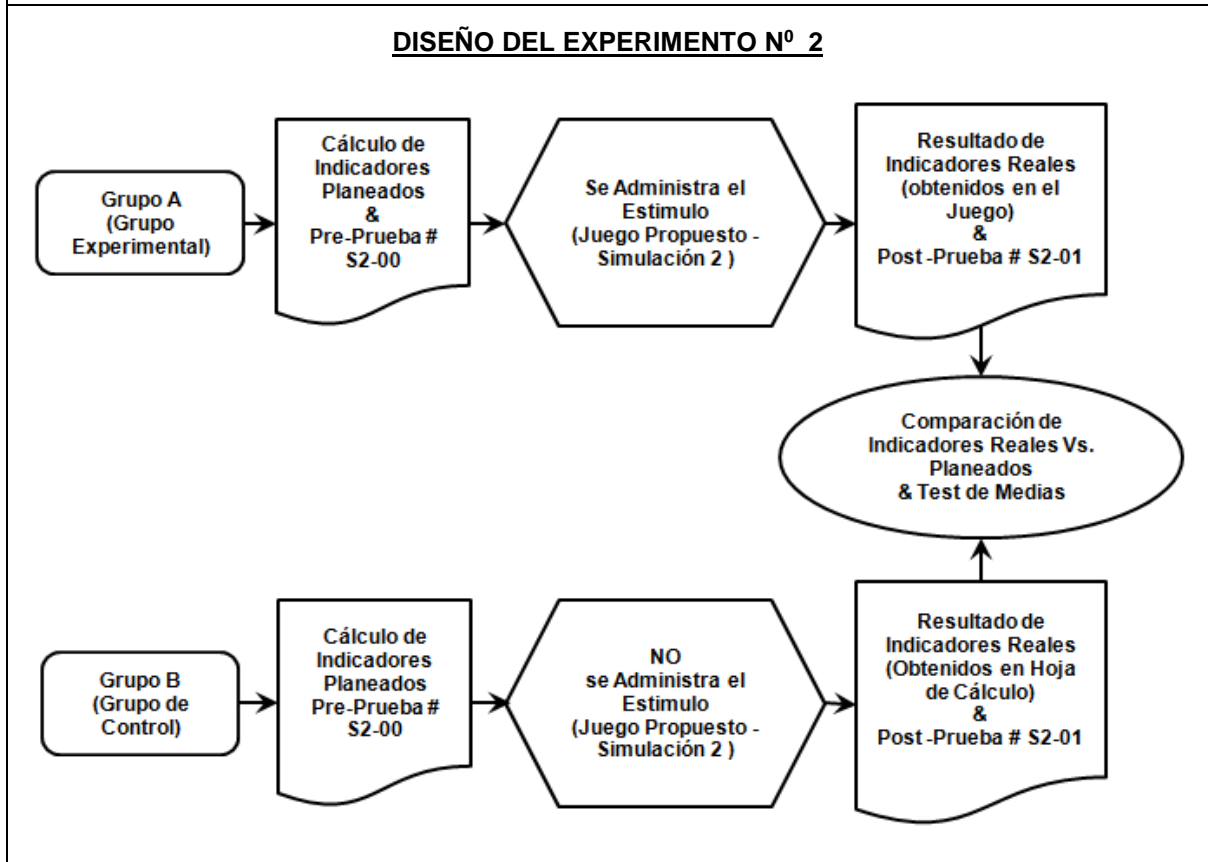
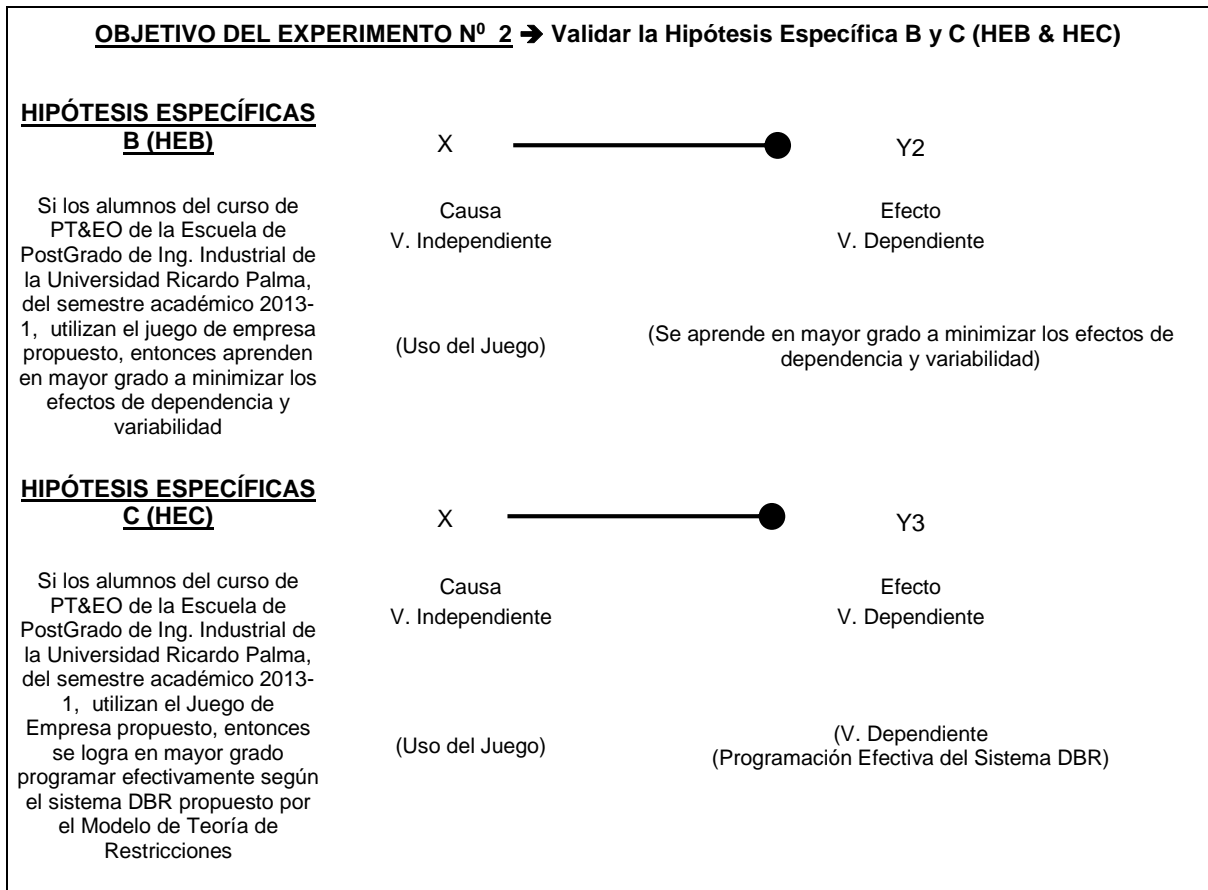


(Uso del Juego) (Se aprende en mayor grado que no basta planificar la capacidad requerida para garantizar un plan de producción válido y efectivo)

DISEÑO DEL EXPERIMENTO N° 1



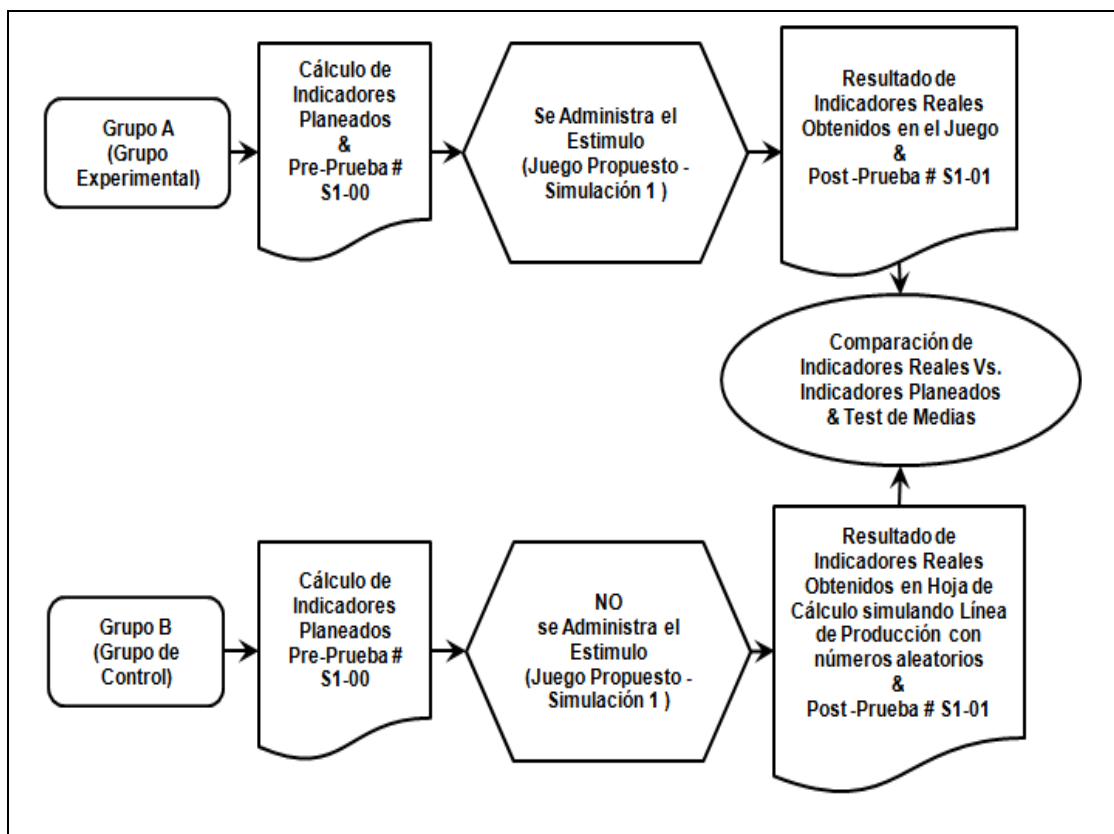
Figuras 3.1. “ Objetivo y diseño del experimento N°1”



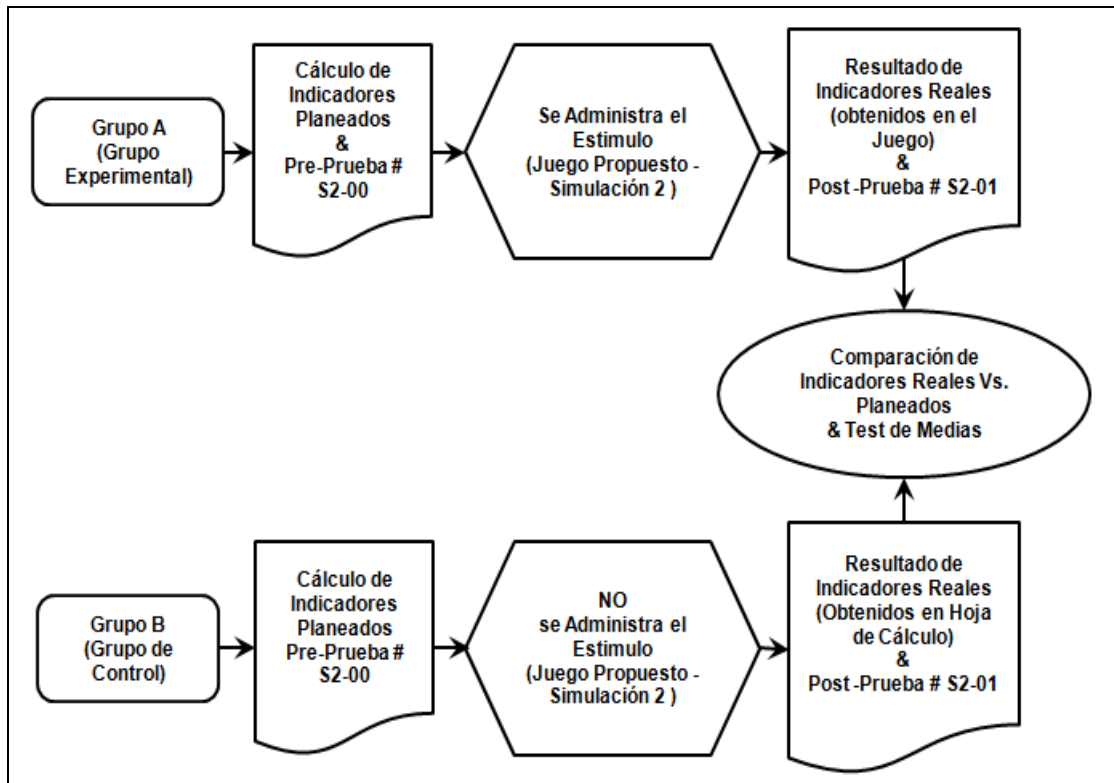
Figuras 3.2. “Objetivo y diseño del experimento N°2”

Cada grupo, fue sometido a dos experimentos como descrito en el apartado 3.1. (experimento 1 y experimento 2)

En otras palabras se tuvo al final 8 alumnos que fueron sometidos a un aprendizaje utilizando el juego propuesto, y otro grupo de 8 alumnos que no experimentaron con el juego propuesto en el aprendizaje del Modelo de Teoría de Restricciones, logrando de ésta manera tener una muestra representativa significativa para hacer una inferencia de los resultados obtenidos. La Figura 3.3. muestra gráficamente el procedimiento metodológico para el Experimento 1, mientras que la Figura 3.4. muestra gráficamente el procedimiento metodológico para el Experimento 2.



La Figura 3.3. Procedimiento metodológico del experimento N°1



La Figura 3.4. Procedimiento metodológico del experimento N° 2

3.3. Operacionalización de Variables

Tabla 3.1. Operacionalización de Variables

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES		
			VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES
¿ La utilización del juego de empresa como recurso didáctico, mejorará el aprendizaje del PCP de los alumnos del curso de PT&EO de la Escuela de PostGrado de Ing. Industrial de la URP, ciclo 2013-1, según el Modelo TOC ?	Utilizar el juego de empresa como recurso didáctico, para mejorar el aprendizaje del PCP de los alumnos del curso de PT&EO de la Escuela de PostGrado de Ing. Industrial de la URP, ciclo 2013-1, según el Modelo de Teoría de Restricciones	Si los alumnos del curso PT&EO de la Escuela de PostGrado de Ing. Industrial de la URP, ciclo 2013-1 utilizan el juego de empresa propuesto entonces mejoran el aprendizaje del PCP según el Modelo de Teoría de Restricciones.	Uso del Juego de Empresa	Actitud y Expectativa	Refuerza - Aprueba (Expresa acuerdo con uso del Juego) Valora (Reconoce el uso del Juego en su aprendizaje)
				Motivación	Estimula - Anima (Animado a utilizar el Juego en su proceso de aprendizaje)
PROBLEMA ESPECÍFICO	OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPOTESIS ESPECÍFICA	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES		
			VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES
(A) ¿ La utilización del Juego de Empresa como recurso didáctico, permitirá aprender en mayor grado, a los alumnos del curso de PT&EO de la Escuela de PostGrado de Ing. Industrial de la URP, ciclo 2013-1, que NO basta planificar la capacidad requerida de los recursos utilizados para garantizar un plan de producción válido y efectivo ?.	(A) Utilizar el juego de empresa como recurso didáctico, para que los alumnos del curso de PT&EO de la Escuela de PostGrado de Ing. Industrial de la URP, ciclo 2013-1, aprendan en mayor grado que no basta planificar la capacidad requerida de los recursos utilizados para garantizar un plan de producción válido y efectivo.	(A) Si los alumnos del curso de PT&EO de la Escuela de PostGrado de Ing. Industrial de la URP, ciclo 2013-1, utilizan el juego de empresa propuesto entonces aprenden en mayor grado que no basta planificar la capacidad requerida de los recursos utilizados para garantizar un plan de producción válido y efectivo	(A) Planificación de la Capacidad Requerida para Garantizar un Plan de Producción Válido y Efectivo	Eficiencia de la Línea de Producción	Porcentaje de Producción Real de la Línea de Producción frente al estándar esperado o planeado
				Eficiencia del Centro de Trabajo	Porcentaje de Producción Real del Centro de Trabajo frente al estándar esperado o planeado
				Lead Time Real de la Línea de Producción	Tiempo que se demora la materia prima desde que ingresa a la Línea de Producción hasta que alcanza su estado de Producto Terminado.
				Inventario en Proceso	Artículos en varias etapas de acabado, incluyendo todo material, desde las materias primas que han sido lanzadas para el proceso inicial, hasta el material completamente terminado.
				Unidades Producidas	Número de Unidades Manufacturadas en un Diferencial de Tiempo
(B) ¿ La utilización del Juego de Empresa como recurso didáctico, permitirá aprender en mayor grado, a los alumnos del curso de PT&EO de la Escuela de PostGrado de Ing. Industrial de la URP, ciclo 2013-1, a minimizar los efectos de dependencia y variabilidad reduciendo el gap entre el plan de producción planeado versus el plan de producción real ?	(B) Utilizar el Juego de Empresa como recurso didáctico, para que los alumnos del curso de PT&EO de la Escuela de PostGrado de Ing. Industrial de la URP, ciclo 2013-1, aprendan en mayor grado a minimizar los efectos de dependencia y variabilidad, reduciendo el gap entre el plan de producción planeado versus el plan de producción real.	(B) Si los alumnos del curso de PT&EO de la Escuela de PostGrado de Ing. Industrial de la URP, ciclo 2013-1, utilizan el juego de empresa propuesto, entonces se aprende en mayor grado a minimizar los efectos de dependencia y variabilidad reduciendo el gap entre el plan de producción planeado versus el plan de producción real.	(B) Minimizar los efectos de dependencia y variabilidad reduciendo el gap entre el plan de producción planeado versus el plan de producción real	Eficiencia del Sistema de Producción	Eficiencia del Cuello de Botella
(C) ¿ La utilización del Juego de Empresa como recurso didáctico, permitirá aprender en mayor grado a los alumnos del curso de PT&EO de la Escuela de PostGrado de Ing. Industrial de la URP, ciclo 2013-1, a programar efectivamente según el sistema DBR (Drum-Buffer-Rope) propuesto por el Modelo TOC ?	(C) Utilizar el Juego de Empresa como recurso didáctico, para que los alumnos del curso de PT&EO de la Escuela de PostGrado de Ing. Industrial de la URP, ciclo 2013-1, aprendan en mayor grado a programar efectivamente según el sistema DBR (Drum-Buffer-Rope) propuesto por el modelo TOC.	(C) Si los alumnos del curso de PT&EO de la Escuela de PostGrado de Ing. Industrial de la URP, ciclo 2013-1, utilizan el juego de empresa propuesto, entonces se logra en mayor grado programar efectivamente según el sistema DBR propuesto por el Modelo TOC	(C) Programación Efectiva del Sistema DBR	Sistema de Programación DBR	Unidades Producidas Reales
					Inventario en Proceso
					Lead Time de Producción

Es pertinente indicar que en el Anexo 1 de esta Tesis, se presenta en mayor detalle la operacionalización de variables.

3.4. Técnicas para la recolección de datos

En ambos experimentos (experimento N^o 1 y experimento N^o 2), las fuentes de datos obtenidas son primarias, debido a que estas fueron levantados directamente de los experimentos diseñados. A su vez, estas fuentes primarias se recogieron de dos maneras: Primero: “Por Observación Directa” → ambos grupos (el experimental y el de control), calcularon y registraron los indicadores reales obtenidos, luego de haber manufacturado en una línea de producción por veinte días. La diferencia entre un grupo y otro, es que el grupo experimental fabricó utilizando el juego propuesto, mientras que el grupo de control trabajó con una hoja de cálculo que simula la fabricación de la línea de producción con números aleatorios. Segundo: “Por Cuestionario” → ambos grupos (el experimental y el de control), fueron sometidos a Pre-Pruebas y Post-Pruebas, como se señala en la Tabla 3.2.

Los resultados de las Pre-Pruebas y Post-Pruebas de ambos experimentos fueron la base de datos a partir de los cuales pudimos comprobar si las diferencias observadas en términos de aprendizaje eran significativas entre los grupos experimental y de control. Asimismo, al concluir el experimento N^o 2, al grupo experimental se le aplicó el Cuestionario Final ER-00, mientras que al grupo de control se le aplicó el Cuestionario Final ER-01. Estos últimos cuestionarios (ER-00 y ER-01), evaluaron cuál de las dos metodologías utilizadas fue más apreciada y valorada por los estudiantes.

Tabla 3.2. Aplicación de cuestionarios al grupo experimental y de control.

Experimento	Objetivo de la Prueba	Grupo Experimental	Grupo De Control
Experimento 1 (Corrida de Producción por 20 días bajo un Modelo de Empuje sin Control de Entradas y Salidas)	La Pre-Prueba S1-00, es un cuestionario cerrado, aplicado antes de ejecutar el Experimento 1, cuyo objetivo es evaluar cuáles son los resultados reales que los alumnos esperan obtener luego de una corrida de producción de 20 días bajo el modelo de empuje sin control de entradas y salidas.	Pre-Prueba S1-00	Pre-Prueba S1-00
	La Post-Prueba S1-01, es un cuestionario abierto, aplicado al finalizar el Experimento 1, cuyo objetivo es evaluar si los alumnos han detectado cuales son las causas raíz de porque la Línea de Producción luego de la corrida de 20 días, no se ha desempeñado de acuerdo a lo planeado.	S1-01	S1-01
Experimento 2 (Corrida de Producción por 20 días bajo el Modelo de Teoría de Restricciones)	La Pre-Prueba S2-00, es un cuestionario abierto, que evalúa cómo los alumnos piensan planear la Línea de Producción bajo un Sistema de Teoría de Restricciones. Ellos deben identificar el tambor, la cuerda, calcular los buffers de protección y de ensamble, el inventario inicial en proceso, así como definir la métrica que van a utilizar (eficiencia, utilización, productividad) y a qué centros de trabajo le van a exigir esa métrica para lograr los objetivos planeados	S2-00	S2-00
	La Post-Prueba S2-01, es un cuestionario abierto, donde se registra los resultados reales de la Línea de Producción, luego de una corrida de 20 días bajo el Modelo de Teoría de Restricciones.	S2-01	S2-01

3.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de los datos

3.5.1. Experimento N° 1

Una vez obtenidos los resultados se procedió a realizar las pruebas de hipótesis abajo descritas, para lo cual se utilizó el test de Fisher y la t de Student.

- a) Una prueba de hipótesis para evaluar si los alumnos que trabajaron con el juego de empresa aprendieron que no basta planificar la capacidad requerida de los recursos, para garantizar un plan de producción válido y efectivo. Para ello se procesaron los resultados de la pre-prueba y post-prueba del grupo experimental.
- b) Una prueba de hipótesis para evaluar si los alumnos que trabajaron con números aleatorios aprendieron que no basta planificar la capacidad requerida de los recursos, para garantizar un plan de producción válido y efectivo. Para ello se procesaron los resultados de la pre-prueba y post-prueba del grupo de control.
- c) Y finalmente hice una prueba que valide la primera hipótesis específica, propuesta en esta tesis, para evaluar si los alumnos que trabajaron con el juego de empresa aprenden en mayor grado que no basta planificar la capacidad requerida de los recursos, para garantizar un plan de producción válido y efectivo. Para ello se procesaron los resultados de la post-prueba del grupo experimental y la post-prueba del grupo de control.

3.5.2. Experimento N° 2

Los resultados obtenidos en el segundo experimento, permitieron su vez realizar las siguientes pruebas:

- a) Validar la segunda hipótesis específica. Para ello, se aplicó el Test de Fisher o Prueba F, a los resultados obtenidos en la post-prueba tanto del grupo experimental como del grupo de control, lo cual nos permitió conocer cómo son las varianzas de las notas de ambos grupos.
- Conocidas las varianzas de las notas, se hizo una prueba de hipótesis de cola superior, para la diferencia de dos Medias, y Muestras Independientes.
- b) Análogamente se procedió a validar la Tercera Hipótesis Específica. Nuevamente, primero se hizo el test de Fisher para saber cómo son las varianzas de las notas obtenidas, y luego se procedió a aplicar una Prueba de Hipótesis con la t de student.

3.5.3. Finalizados los experimentos 1 y 2

Al concluir ambos experimentos:

- a) Se validó mediante pruebas de hipótesis cuál de los recursos utilizados: el juego de empresa o las hojas de cálculo con números aleatorios son más valoradas por los alumnos.
- b) Se validó mediante pruebas de proporciones si efectivamente se manifiesta en los alumnos el paradigma descrito en la realidad problemática de nuestra tesis, es decir si los alumnos piensan que con tan solo planear la capacidad de los recursos, está garantizado que el plan de producción real sea igual que lo planeado.

3.6. Aspectos éticos

Como se explicó anteriormente, con la finalidad de evaluar las hipótesis, se conformó dos grupos de alumnos del curso de Planeamiento Táctico y

Estratégico de Operaciones dictado en la Escuela de Post-Grado de Ingeniería Industrial de la Universidad Ricardo Palma. Uno fue el grupo experimental y el otro el grupo de control.

Para la aplicación de los Experimentos 1 y 2, a los alumnos de cada grupo (experimental y de control), se les explicó (en sala de aula), el objetivo de ésta investigación que específicamente comprende evaluar el uso del juego propuesto en la enseñanza y aprendizaje del Planeamiento y Control de la Producción del Modelo de Teoría de Restricciones.

También se informó a los alumnos que su participación en los experimentos, independientemente de cuáles fueran los resultados de los mismos, sólo los beneficiaría, pues les permitiría entrenarse en los conceptos de uno de los Modelos de Planificación de vanguardia para planificar el negocio.

Si bien es cierto, en el curso de Planeamiento Táctico y Estratégico de las Operaciones, se estudia el Modelo de Teoría de Restricciones, se advirtió a los alumnos que su participación y los resultados de las pre y post pruebas no serían tomadas en cuenta al promediar la nota final del curso, y los resultados de las mismas se mantendrían en el anonimato.

Por otro lado, el Director de la Maestría de Ingeniería Industrial de la Universidad Ricardo Palma fue informado del alcance y objetivos de ésta investigación, y dio su visto bueno para programar ésta actividad dentro de nuestra carga lectiva. Se obtuvo no solo su respaldo sino además su aliento y disposición de darnos todas las facilidades para ejecutar el proyecto.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

En éste capítulo se presentan los resultados de esta investigación, los cuáles son el fruto de un proceso que se inició con la captura o recogida de información mediante la ejecución de dos experimentos y la aplicación de seis instrumentos de medición diseñados para ésta investigación, data que fue procesada y analizada tomando en cuenta la estadística descriptiva, así como la estadística inferencial.

El análisis descriptivo, se realizó con la finalidad de poder determinar las puntuaciones obtenidas para cada una de las variables formuladas en ésta investigación, mientras que el análisis inferencial nos permitió validar las hipótesis a la luz de las pruebas estadísticas.

4.1. Resultados para evaluar el primer objetivo específico

Como fue explicado en el capítulo de diseño metodológico, y se resume gráficamente en la Figura 4.1., el primer objetivo específico de ésta investigación, fue evaluado a partir de la ejecución del experimento N°1, lo cual permitió valorar si con la utilización del juego de empresa, los alumnos aprenden en mayor grado que no basta planificar la

capacidad requerida de los recursos utilizados para garantizar un plan de producción válido y efectivo.

PRIMER OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPÓTESIS ESPECÍFICA	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES
<p>Utilizar el Juego de Empresa como recurso didáctico, para que los alumnos del curso de PT&EO de la Escuela de PostGrado de Ing. Industrial de la URP, ciclo 2013-1, aprendan en mayor grado que no basta planificar la capacidad requerida de los recursos utilizados para garantizar un plan de producción válido y efectivo.</p>	<p>Si los alumnos del curso de PT&EO de la Escuela de PostGrado de Ing. Industrial de la URP, ciclo 2013-1, utilizan el juego de empresa propuesto entonces aprenden en mayor grado que no basta planificar la capacidad requerida de los recursos utilizados para garantizar un plan de producción válido y efectivo</p>	<p>Se aprende que no basta Planificar la Capacidad Requerida para Garantizar un Plan de Producción Válido y Efectivo</p>	Eficiencia de la Línea de Producción
			Eficiencia del Centro de Trabajo
			Lead Time Real de la Línea de Producción
			Inventario en Proceso
			Unidades Producidas

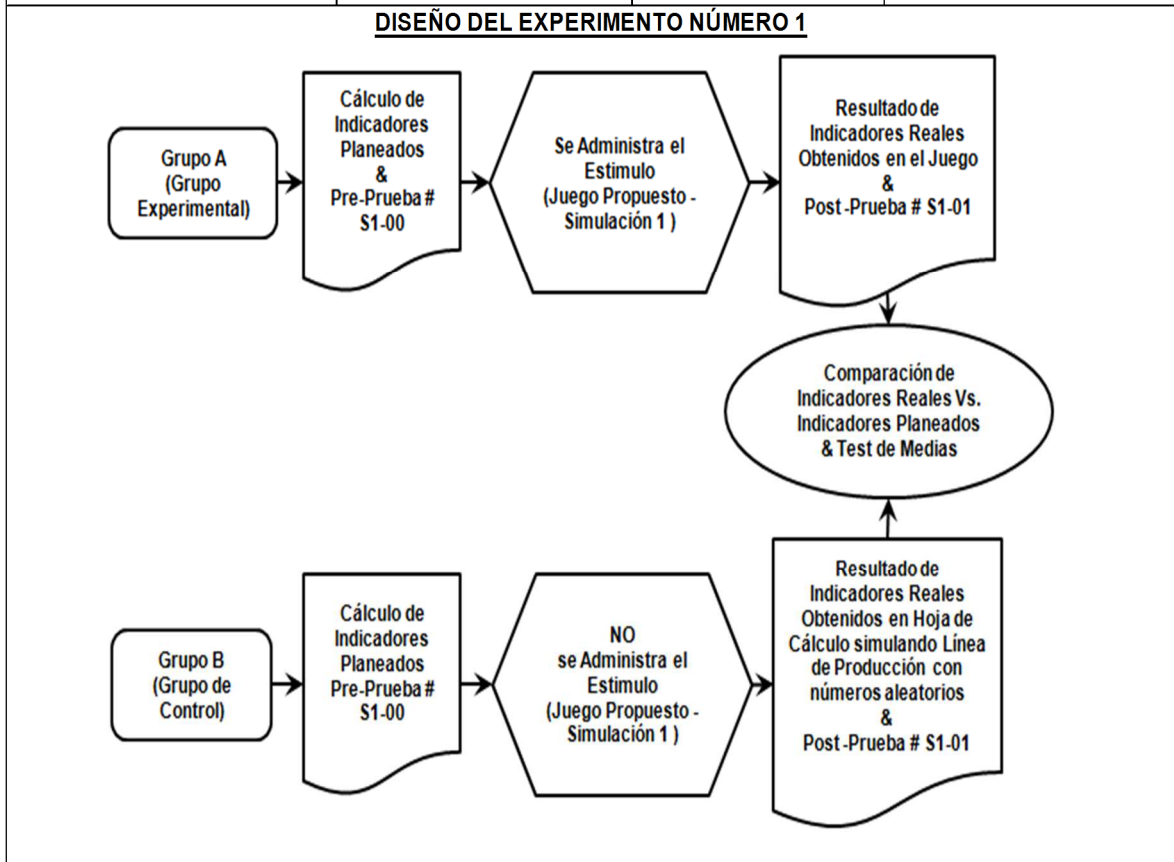


Figura 4.1. Relación del primer objetivo específico con el experimento N°01

4.1.1. Resultados planeados de la línea de producción simulada

Antes de ejecutar el experimento N^o 1, se les presenta a los jugadores la línea de producción que van a simular, y se les solicita que calculen (ayudados por fórmulas determinísticas), los indicadores planeados esperados de la línea de producción si la ponemos a trabajar por un lapso de veinte días. Estos resultados se muestran en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1. Indicadores planeados estimados para cada Centro de Trabajo y para la Línea de Producción para una Corrida de 20 días

Indicador	Centro de Trabajo								Línea de Producción
	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CT6	CT7	CT8	
Producción Planeada (Unidades)	70	70	70	60	70	70	70	70	60
Eficiencia Planeada	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	98.21%
Inventario Inicial (Unidades)	-----	4	4	4	-----	4	4	4	24
Lead Time Planeado (Días)	-----	1.14	1.14	1.14	-----	1.14	1.14	1.14	7.0

Como se observa en la Tabla 4.1. en una corrida de producción de veinte días, el resultado esperado en cuanto a la Eficiencia Planeada de la Línea de Producción sería de 98.21%; la Eficiencia Planeada de cada Centro de Trabajo se espera que sea de 100%; el Lead Time Planeado de la Línea de Producción se calcula en 7 días; el Inventario en Proceso Inicial es de 24 unidades y las Unidades Producidas Planeadas al término de los veinte días de producción se espera que sean de 60 unidades.

4.1.2. Resultados de la aplicación de la Pre-Prueba S1-00.

Antes de iniciar propiamente el experimento N^o1, y luego que los alumnos han calculado los indicadores planeados presentados en la Tabla 4.1., se procede a aplicar la Pre-Prueba S1-00.

El objetivo de la Pre-Prueba S1-00, es evaluar cuáles son los resultados reales que los jugadores esperan lograr al término de los veinte días de

producción, si ejecutan el plan de producción bajo el Sistema de Empuje, sin Input/Output Control.

Las Tablas 4.2. y 4.3. muestran los resultados desagregados por alumno de la Pre-Prueba S1-00 aplicada tanto al grupo experimental cuanto al grupo de control respectivamente.

Como se aprecia en las Tablas 4.2 y 4.3, ambos grupos respondieron de manera errada.

Es decir, cuando se les preguntó cuáles son los resultados reales que se espera lograr si la línea de producción se pone a trabajar, dejando que cada centro de trabajo labore en función a sus propias capacidades disponibles, ambos grupos respondieron que la línea de producción lograría desempeñarse de acuerdo o mejor a lo planeado, para todos los indicadores y/o dimensiones evaluados.

Es decir, los alumnos de ambos grupos esperaban que la Eficiencia Real de la Línea de Producción, la Eficiencia Real de cada Centro de Trabajo, el Lead Time Real de Producción, el Inventario en Proceso Real y el Número de Unidades Realmente fabricadas sean igual o mejor que lo planeado.

Observemos los resultados en las tablas que se mencionan y que presentamos a continuación:

Tabla 4.2. Resultados Desagregados por Alumno de la PrePrueba S1-00 Aplicada al Grupo Experimental

Variable Dependiente	Indicador	Número de Item	Pregunta Cerrada	Alternativa de Respuesta	Puntaje Asignado	RESPUESTAS								
						Alumno Experimental 1	Alumno Experimental 2	Alumno Experimental 3	Alumno Experimental 4	Alumno Experimental 5	Alumno Experimental 6	Alumno Experimental 7	Alumno Experimental 8	
NO basta Planificar la Capacidad Requerida para Garantizar un Plan de Producción Válido y Efectivo	Eficiencia de la Línea	1	¿ Cuánto espera que sea la Eficiencia Real de la Línea de Producción luego de 20 días de Producción ?	Mayor a 98.1%	5	10	10	10	5	10	10	5	10	
				Igual a 98.1%	10									
				Mayor a 90% y Menor a 98.21%	15									
					Menor a 90%	20								
					Mayor a 100%	20								
					Igual a 100%	15								
	Eficiencia del Centro de Trabajo	2	¿ Cuánto espera que sea la Eficiencia Real del Centro de Trabajo # 1, luego de 20 días de Producción ?	Menor a 100% y Mayor a 95%	10	10	5	15	10	10	10	10	10	5
				Menor a 95%	5									
				CT1	2,5									
				¿ Qué Centro de Trabajo espera usted que tenga la menor eficiencia luego de 20 días de Producción ?	CT2	5	10	10	10	10	10	17,5	10	17,5
					CT3	7,5								
					CT4	10								
					CT5	12,5								
					CT6	15								
					CT7	17,5								
					CT8	20								
	Lead Time Real de la Línea	4	¿ Cuánto espera que sea el Lead Time Real de la Línea de Producción luego de 20 días de Producción ?	Más de 14 días	20	8	8	12	8	8	12	8	8	8
				Más de 11 y Menos de 14 días	16									
				Más de 8 y Menos de 11 días	12									
				Igual a 7 días	8									
				Menos de 6 días	4									
	Inventario en Proceso	5	¿ Cuánto espera que sea Inventario en Proceso de la Línea de Producción luego de 20 días de Producción ?	Mayor a 30 unidades	20	8	8	12	8	8	12	8	8	8
				Mayor a 27 y Menor a 30 unidades	16									
				Mayor a 24 y Menor a 27 unidades	12									
Igual a 24 unidades				8										
Menor a 24 unidades				4										
Unidades Producidas	6	¿ Cuántas unidades espera que la Línea de Producción manufacture luego de 20 días de Producción ?	Más de 65 unidades	4	12	12	12	16	12	16	12	12	12	
			Más de 60 y menos de 65 unidades	8										
			60 unidades	12										
			Menos de 60 y más de 55 unidades	16										
			Menos de 55 unidades	20										

Tabla 4.3. Resultados Desagregados por Alumno de la PrePrueba S1-00 Aplicada al Grupo de Control

Variable Dependiente	Indicador	Número de Item	Pregunta Cerrada	Alternativa de Respuesta	Puntaje Asignado (Escala Vigesimal)	RESPUESTAS									
						Alumno Experimental 1	Alumno Experimental 2	Alumno Experimental 3	Alumno Experimental 4	Alumno Experimental 5	Alumno Experimental 6	Alumno Experimental 7	Alumno Experimental 8		
NO basta Planificar la Capacidad Requerida para Garantizar un Plan de Producción Válido y Efectivo	Eficiencia de la Línea	1	¿ Cuánto espera que sea la Eficiencia Real de la Línea de Producción luego de 20 días de Producción ?	Mayor a 98.1%	5	10	10	10	5	10	5	5	10		
				Igual a 98.1%	10										
				Mayor a 90% y Menor a 98.21%	15										
	Eficiencia del Centro de Trabajo	2	¿ Cuánto espera que sea la Eficiencia Real del Centro de Trabajo # 1, luego de 20 días de Producción ?	Menor a 90%	20	15	15	15	10	10	10	10	10	5	
				Mayor a 100%	20										
				Igual a 100%	15										
		3	¿ Qué Centro de Trabajo espera usted que tenga la menor eficiencia luego de 20 días de Producción ?	Menor a 100% y Mayor a 95%	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	17.5
				Menor a 95%	5										
				CT1	2.5										
	CT2			5											
	CT3			7.5											
	CT4			10											
	CT5			12.5											
	CT6	15													
	CT7	17.5													
	Lead Time Real de la Línea	4	¿ Cuánto espera que sea el Lead Time Real de la Línea de Producción luego de 20 días de Producción ?	CT8	20	8	8	8	8	8	8	12	8	8	
				Más de 14 días	20										
				Más de 11 y Menos de 14 días	16										
				Más de 8 y Menos de 11 días	12										
				Igual a 7 días	8										
	Menos de 6 días	4													
	Inventario en Proceso	5	¿ Cuánto espera que sea Inventario en Proceso de la Línea de Producción luego de 20 días de Producción ?	Mayor a 30 unidades	20	8	8	8	8	8	12	8	8	8	
				Mayor a 27 y Menor a 30 unidades	16										
				Mayor a 24 y Menor a 27 unidades	12										
Igual a 24 unidades				8											
Menor a 24 unidades				4											
Unidades Producidas	6	¿ Cuántas unidades espera que la Línea de Producción manufacture luego de 20 días de Producción ?	Más de 65 unidades	4	12	12	12	12	12	16	12	12	12		
			Más de 60 y menos de 65 unidades	8											
			60 unidades	12											
			Menos de 60 y más de 55 unidades	16											
			Menos de 55 unidades	20											

La Tabla 4.4. muestra los resultados agregados de la Pre-Prueba S1-00 tanto del grupo experimental cuanto del grupo de control.

Tabla 4.4. Resultados Consolidados y Agregados de la PrePrueba S1-00 Aplicada al Grupo Experimental y al Grupo de Control

Pregunta N ^o	Dimensión Evaluada (Resultados Reales Esperados luego de una corrida Push System de veinte días sin Input/Output Control)	Grupo Experimental		Grupo de Control	
		Media de las Notas	Desviación Estándar	Media de las Notas	Desviación Estándar
1	Eficiencia de la Línea de Producción	8.75	2.31	8.13	2.59
2	Eficiencia del 1 ^{er} Centro de Trabajo	9.38	3.20	11.25	3.54
3	Eficiencia del 8 ^{vo} Centro de Trabajo	11.88	3.47	10.94	2.65
4	Lead Time de la Línea	9.00	1.85	8.50	1.41
5	Inventario en Proceso	9.00	1.85	8.50	1.41
6	Unidades Producidas	13.00	1.85	12.50	1.41

Nota:

- ▶ La PrePrueba S1-00 se aplicó a ambos Grupos antes de la Ejecución del Experimento N^o1.
- ▶ Las Medias de las notas están en una escala vigesimal.
- ▶ En el Anexo 1 de ésta Tesis, puede consultarse la escala de puntuación para cada una de las preguntas cerradas formuladas en el cuestionario S1-00.

En la Tabla 4.4. se constata que ambos grupos obtienen notas promedio muy pobres y similares para cada una de las dimensiones evaluadas. Se concluye entonces que ambos grupos esperan que los resultados reales de la línea de producción deberán ser iguales o mejores a lo planeado, si dejamos manufacturar la línea en un sistema de empuje sin input/output control.

4.1.3. Aplicación y resultados del experimento N^o1

Luego de la aplicación de la Pre-Prueba S1-00, se ejecuta propiamente el experimento N^o1, para lo cual se pide a los alumnos que pongan a trabajar la línea de producción bajo un sistema convencional de empuje sin control

de entradas y salidas. Mientras el grupo experimental trabajó con el Juego propuesto, el grupo de control trabajó con números aleatorios en una hoja de cálculo. Ambos grupos, simulan la producción de la línea durante un periodo de veinte días.

La Tabla 4.5. resume los resultados reales obtenidos de la línea de producción luego de una corrida de veinte días convencional, es decir, dejando que los centros de producción trabajen a sus propias capacidades sin regulación del flujo productivo.

Es importante mencionar (sobre todo para los lectores que no tengan formación en operaciones), que los resultados reales de la línea de producción no dependen de la utilización o no del juego de empresa, sino del Modelo de Planificación que se esté utilizando para planificar y ejecutar el plan de producción. Esto significa que si ponemos a simular ésta línea utilizando el juego propuesto, o utilizamos una hoja de cálculo, o efectivamente la ponemos a trabajar en la vida real, los resultados para una corrida Push System sin Input/Output Control serán muy similares a los mostrados en la Tabla 4.5.

Tabla 4.5. Indicadores reales para cada Centro de Trabajo y para la Línea de Producción luego de una corrida Push System de 20 días sin Input / Output Control

Indicador	Centro de Trabajo								Línea de Producción
	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CT6	CT7	CT8	
Producción Real (Unidades)	54	56	53	51	55	53	52	51	51
Eficiencia Real	77%	80%	76%	85%	89%	74%	74%	74%	85.00%
Inventario Final (Unidades)	-----	2	5	12	-----	12	10	8	49
Lead Time Real (Días)	-----	0.57	1.43	4	-----	3.43	2.86	2.29	14.6

Como se observa en la Tabla 4.5. luego de veinte días de producción, la Eficiencia Real de la Línea de Producción fue de 85%, la Eficiencia Real de los Centros de Trabajo 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 fue de 77%, 80%, 76%, 85%,

89%, 74% 74% y 80% respectivamente; el Lead Time Real de la Línea de Producción fue de 14.6 días, el Inventario en Proceso Final fue de 49 unidades y las Unidades Realmente Producidas fueron de tan solo 51 unidades.

En la figura 4.2. se describe con más detalle la confiabilidad del desempeño real de la línea de producción.

En la Tabla 4.5., y en la Figura 4.2., se puede advertir que aun cuando se haya planificado muy bien la capacidad requerida de los recursos utilizados y/o balanceado muy bien una línea de producción, no está garantizado que los resultados de producción planeados se logren.

Para que se logren los resultados, además de planificar la capacidad requerida, hace falta también controlar el flujo de producción.

En resumen, al finalizar el experimento N⁰¹, ambos grupos (el experimental y el de control), constatan que los resultados reales distan significativamente de lo planeado.

4.1.4. Resultados de la aplicación de la Post-Prueba S1-01.

Como se expresó anteriormente (Ver Tabla 4.4.), ambos grupos erraron sus respuestas en la Pre-Prueba S1-00, pues esperaban que la línea de producción en una corrida de veinte días mediante un sistema convencional de empuje y sin control de entradas y salidas, tendría resultados iguales o muy próximos a lo planeado.

<i>Estadística Descriptiva Producc. Real</i>		<i>Estadística Descriptiva Eficiencia Real</i>	
Media	51.58	Media	86%
Error típico	1.06	Error típico	0.02
Mediana	53	Mediana	0.88
Moda	54	Moda	0.90
Desviación estándar	4.63	Desviación estándar	0.08
Varianza de la muestra	21.48	Varianza de la muestra	0.01
Curtosis	1.73	Curtosis	1.70
Coefficiente de asimetría	-1.21	Coefficiente de asimetría	-1.18
Rango	19	Rango	0.32
Mínimo	39	Mínimo	0.65
Máximo	58	Máximo	0.97
Suma	980	Suma	16.33
Cuenta	19	Cuenta	19
Mayor (1)	58	Mayor (1)	0.97
Menor(1)	39	Menor(1)	0.65
Nivel de confianza(95.0%)	2.23	Nivel de confianza(95.0%)	0.037
<i>Estadística Descriptiva Inventario Real</i>		<i>Estadística Descriptiva Lead Time Real</i>	
Media	48	Media	14.36
Error típico	1.59	Error típico	0.45
Mediana	49	Mediana	14.60
Moda	48	Moda	14
Desviación estándar	6.94	Desviación estándar	1.96
Varianza de la muestra	48.13	Varianza de la muestra	3.86
Curtosis	-0.45	Curtosis	-0.20
Coefficiente de asimetría	-0.36	Coefficiente de asimetría	-0.49
Rango	24	Rango	6.90
Mínimo	34	Mínimo	10.10
Máximo	58	Máximo	17
Suma	919	Suma	272.90
Cuenta	19	Cuenta	19
Mayor (1)	58	Mayor (1)	17
Menor(1)	34	Menor(1)	10.10
Nivel de confianza(95.0%)	3.34	Nivel de confianza(95.0%)	0.95

Figura 4.2. Detalle de los resultados reales de cada centro de trabajo y de la línea de producción luego de una corrida Push System de veinte días sin Input/Output Control

Sin embargo, luego de aplicado el experimento N^o1, los alumnos notaron que esto no ocurrió, y pudieron confrontar críticamente sus respuestas de la Pre-Prueba S1-00, con los resultados reales obtenidos en el juego y en la simulación con números aleatorios (resultados que se muestran en la Tabla 4.5.). Por ello, al concluir el experimento N^o1, se procede a aplicar a ambos grupos (el experimental y el de control), la Post-Prueba S1-01, cuyo objetivo es evaluar si los alumnos aprendieron que no basta planificar la capacidad requerida de los recursos para garantizar los resultados planeados de producción, y además si lograron identificar cuál es la causa raíz que impide que la línea alcance la performance planeada.

La Post-Prueba S1-01, es un cuestionario abierto, donde el alumno tuvo que justificar para cada uno de los ítems evaluados por qué la línea de producción no se desempeñó según lo esperado. Las respuestas de los alumnos ya procesadas, codificadas, tabuladas y evaluadas se presentan en detalle en las Tablas 4.6. y 4.7.

Si se comparan los resultados de ambos grupos, es el grupo experimental quien identificó mejor las causas raíz de porque la línea de producción no se ha desempeñado según lo planeado; es decir, en cada una de las preguntas abiertas formuladas, los alumnos precisaron que además de planificar los recursos, hace falta controlar las colas y/o flujo productivo, e identificaron cuáles son los problemas que se generan si esto no se hace, obteniendo de esta manera mejores notas por alumno.

En la Tabla 4.8. se muestran los resultados agregados y consolidados de la Post-Prueba S1-01, y podemos constatar que las medias de las notas del grupo experimental fueron superiores que las del grupo de control para todas las preguntas formuladas. Mientras cada alumno del grupo experimental identificó mucho mejor la causa raíz de por qué la línea de producción no ha logrado el desempeño esperado (es decir precisa en su respuesta la ausencia de regulación del flujo productivo); el grupo de control señaló en sus respuestas los síntomas de lo que ha ocurrido en el experimento, y una minoría de los alumnos del grupo de control detectaron propiamente la causa raíz que genera el problema del pobre desempeño de la línea de producción, es decir les costó identificar que no controlar el flujo productivo ha desencadenado la pobre performance de la línea.

Tabla 4.6. Resultados Desagregados por Alumno de la PostPrueba S1-01 Aplicada al Grupo Experimental

Variable Dependiente	Indicador	Número de Item	Pregunta Abierta	Categorías de Respuesta	Puntaje Asignado (Escala Vigesimal)	RESPUESTAS								
						Alumno Experimental 1	Alumno Experimental 2	Alumno Experimental 3	Alumno Experimental 4	Alumno Experimental 5	Alumno Experimental 6	Alumno Experimental 7	Alumno Experimental 8	
NO basta Planificar la Capacidad Requerida para Garantizar un Plan de Producción Válido y Efectivo	Eficiencia de la Línea	1	¿ Es suficiente Planificar la Capacidad de Producción para lograr la Eficiencia Planeada de un Sistema de Producción ?	Si es suficiente Planificar la Cap. de Producción para lograr la Ef. Planeada	0	20	20	20	20	20	10	10	20	
				No es suficiente Planificar la Cap. de Producción para lograr la Ef. Planeada	10									
				No es suficiente Planificar la Cap. de Producción hay que Controlar el Flujo	20									
	Eficiencia del Centro de Trabajo	2	¿ Por qué la Eficiencia del CT1 fue bastante próximo a lo Planeado ?	Porque es el Primero en la Línea	0	20	20	20	20	20	20	20	10	20
				Porque tiene menos variabilidad	10									
				Porque tiene menos dependencia	20									
	Eficiencia del Centro de Trabajo	3	¿ Por qué la Eficiencia del CT8 fue la más baja ?	Porque es el último en la Línea	5	20	15	20	20	15	20	20	15	20
				Porque tiene más variabilidad	10									
				Porque tiene más dependencia	15									
				Porque tiene más dependencia y no se controló el Flujo	20									
	Lead Time Real de la Línea	4	¿ Por qué el Lead Time de Producción de la Línea se pronunció respecto a lo planeado ?	Porque los Centros de Trabajo no fabricaron todo lo que debieron	5	15	20	20	15	20	20	20	20	10
				Porque hubo un cuello de botella	10									
				Porque el Inventario en Proceso Creció debido a que hay un cuello de botella	15									
				Porque NO se controló el Flujo, por tanto creció el WIP, y se dilataron los tiempos de cola	20									
	Inventario en Proceso	5	¿ Por qué el WIP real fue mucho mayor que el WIP Planeado ?	Porque cada centro de trabajo trabajó a sus propias capacidades	5	20	20	10	20	5	20	20	20	20
				Porque los Centros de Trabajo gatillos no estuvieron controlados	10									
				Porque no se controló el Flujo	20									
	Unidades Producidas	6	¿ Por qué la Línea de Producción no fabricó todas las unidades planeadas ?	Porque hay Cuellos de botella	0	20	5	20	5	15	20	20	15	20
				Porque cada centro de trabajo trabajó a sus propias capacidades	5									
				Porque creció el Lead time Acumulado debido a incremento del WIP	10									
				Porque no se reguló el Flujo	20									

Tabla 4.7. Resultados Desagregados por Alumno de la PostPrueba S1-01 Aplicada al Grupo de Control

Variable Dependiente	Indicador	Número de Item	Pregunta Abierta	Categorías de Respuesta	Puntaje Asignado (Escala Vigesimal)	RESPUESTAS								
						Alumno Experimental 1	Alumno Experimental 2	Alumno Experimental 3	Alumno Experimental 4	Alumno Experimental 5	Alumno Experimental 6	Alumno Experimental 7	Alumno Experimental 8	
NO basta Planificar la Capacidad Requerida para Garantizar un Plan de Producción Válido y Efectivo	Eficiencia de la Línea	1	¿ Es suficiente Planificar la Capacidad de Producción para lograr la Eficiencia Planeada de un Sistema de Producción ?	Sí es suficiente Planificar la Cap. de Producción para lograr la Ef. Planeada	0	20	10	10	20	20	10	10	20	
				No es suficiente Planificar la Cap. de Producción para lograr la Ef. Planeada	10									
				No es suficiente Planificar la Cap. de Producción hay que Controlar el Flujo	20									
	Eficiencia del Centro de Trabajo	2	¿ Por qué la Eficiencia del CT1 fue bastante próximo a lo Planeado ?	Porque es el Primero en la Línea	0	10	20	10	10	20	20	10	10	20
				Porque tiene menos variabilidad	10									
				Porque tiene menos dependencia	20									
	Eficiencia del Centro de Trabajo	3	¿ Por qué la Eficiencia del CTB fue la más baja ?	Porque es el último en la Línea	5	10	15	20	10	15	20	15	10	10
				Porque tiene más variabilidad	10									
				Porque tiene más dependencia	15									
				Porque tiene más dependencia y no se controló el Flujo	20									
	Lead Time Real de la Línea	4	¿ Por qué el Lead Time de Producción de la Línea se pronunció respecto a lo planeado ?	Porque los Centros de Trabajo no fabricaron todo lo que debieron	5	10	5	10	15	10	15	10	10	10
				Porque hubo un cuello de botella	10									
				Porque el Inventario en Proceso Creció debido a que hay un cuello de botella	15									
				Porque NO se controló el flujo, por tanto creció el WIP, y se dilataron los tiempos de cola	20									
	Inventario en Proceso	5	¿ Por qué el WIP real fue mucho mayor que el WIP Planeado ?	Porque cada centro de trabajo trabajó a sus propias capacidades	5	5	10	10	20	5	20	20	5	5
				Porque los Centros de Trabajo gatillos no estuvieron controlados	10									
				Porque no se controló el Flujo	20									
	Unidades Producidas	6	¿ Por qué la Línea de Producción no fabricó todas las unidades planeadas ?	Porque hay Cuellos de botella	0	0	5	20	5	15	15	15	15	20
				Porque cada centro de trabajo trabajó a sus propias capacidades	5									
				Porque creció el Lead time Acumulado debido a incremento del WIP	10									
Porque no se reguló el Flujo				20										

Tabla 4.8. Resultados Consolidados Agregados de la PostPrueba S1-01 Aplicada al Grupo Experimental y al Grupo de Control

Pregunta N°	Dimensión Evaluada (¿ Por qué los Resultados Reales estuvieron distantes de los Resultados Planeados ?)	Grupo Experimental		Grupo de Control	
		Media de las Notas	Desviación Estándar	Media de las Notas	Desviación Estándar
1	Eficiencia de la Línea de Producción	17.50	4.63	15.00	5.35
2	Eficiencia del 1 ^{er} Centro de Trabajo	18.75	3.54	15.00	5.35
3	Eficiencia del 8 ^{vo} Centro de Trabajo	18.13	2.59	14.38	4.17
4	Lead Time de la Línea	17.50	3.78	10.63	3.20
5	Inventario en Proceso	16.88	5.94	11.88	7.04
6	Unidades Producidas	15.00	6.55	11.88	7.53

Nota:

- La PostPrueba S1-01 se aplicó a ambos Grupos después de la Ejecución del Experimento N° 1
- Las Medias de las notas están en una escala vigesimal
- En el Anexo 1 de esta Tesis, puede consultarse la escala de puntuación para cada una de las abiertas formuladas en el cuestionario S1-01

4.1.5. Logros de aprendizaje del grupo experimental luego de concluido el experimento N° 1

En éste apartado, se utilizó la estadística inferencial, con la finalidad de comprobar si en el experimento N°1, el grupo experimental (el grupo que utilizó el juego propuesto) aprendió que no basta planificar la capacidad requerida de los recursos utilizados para garantizar un plan de producción válido y efectivo.

a) Datos

Para efectuar la prueba de hipótesis, se tomaron como datos los mostrados en la Figura 4.3., que corresponden a las medias de las notas obtenidas por el grupo experimental, antes y después de la aplicación del experimento N°1 (resultados de la Pre-Prueba S1-00 y de la Post-Prueba S1-01).

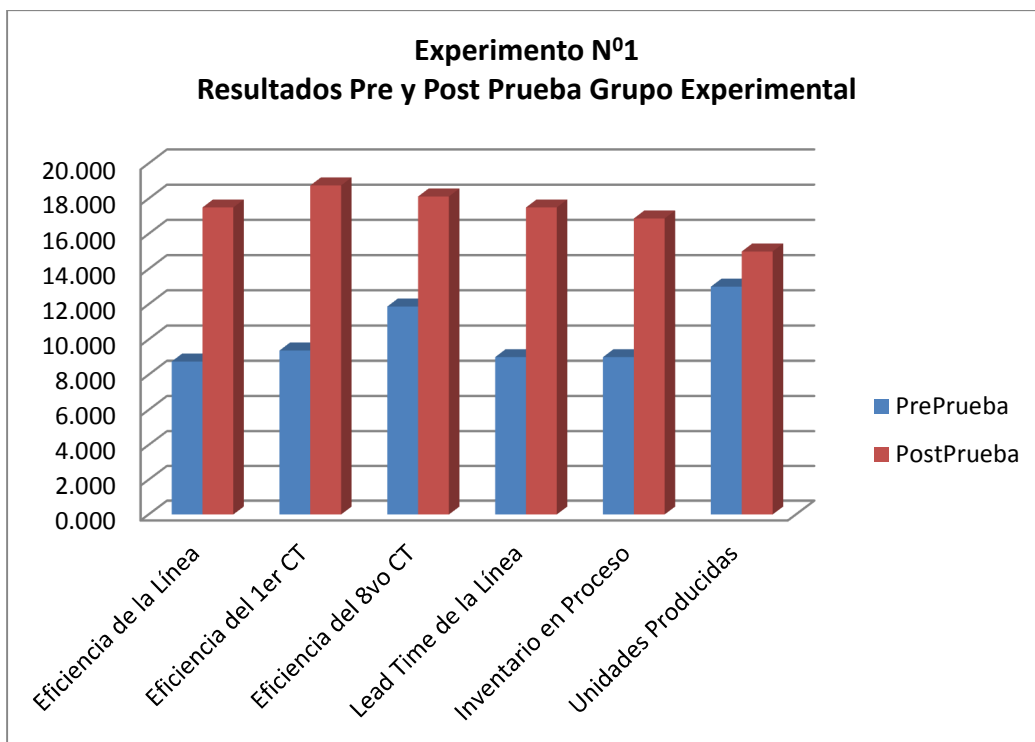


Figura 4.3. Comparación de las notas de la Pre-Prueba S1-00 y de la Post-Prueba S1-01 obtenidas por el grupo experimental

b) Detalle del procedimiento de validación de hipótesis

b.1) Tipo de prueba:

- ✓ Prueba de hipótesis para la diferencia de dos medias, con varianzas conocidas y muestras pareadas.

b.2) Enunciado de las hipótesis

- ✓ **Hipótesis nula (H_0)** → “No hay diferencia en el aprendizaje de los alumnos cuando se entrenan utilizando el juego de empresa propuesto, respecto a si es suficiente planificar la capacidad requerida de los recursos para garantizar un plan de producción válido y efectivo”
- ✓ **Hipótesis alternativa (H_a)** → “Los alumnos que se entrenan en el planeamiento y control de la producción utilizando el juego de empresa propuesto, aprenden, que no basta

planificar la capacidad requerida de los recursos, para garantizar un plan de producción válido y efectivo”.

b.3) Formulación de hipótesis:

Las hipótesis nula y alternativa fueron formuladas de la siguiente manera:

✓ $H_0: \mu_{\text{PrePrueba}} = \mu_{\text{PostPrueba}} \rightarrow \mu_{\text{PrePrueba}} - \mu_{\text{PostPrueba}} = 0$

✓ $H_a: \mu_{\text{PrePrueba}} < \mu_{\text{PostPrueba}} \rightarrow \mu_{\text{PrePrueba}} - \mu_{\text{PostPrueba}} < 0$

b.4) Nivel de significación:

✓ $\alpha = 0.05$ (corresponde a la máxima probabilidad de rechazar la hipótesis nula, siendo ésta verdadera).

✓ Si valor de $t_0 < \alpha \rightarrow$ (se rechaza la hipótesis nula)

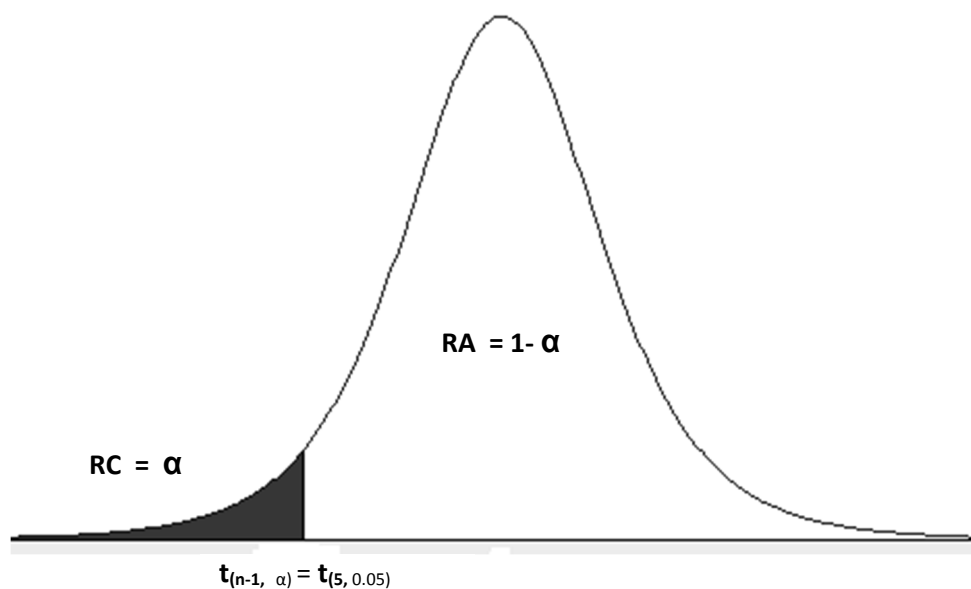
✓ Si valor de $t_0 > \alpha \rightarrow$ (se acepta la hipótesis nula)

b.5) Estadístico de prueba:

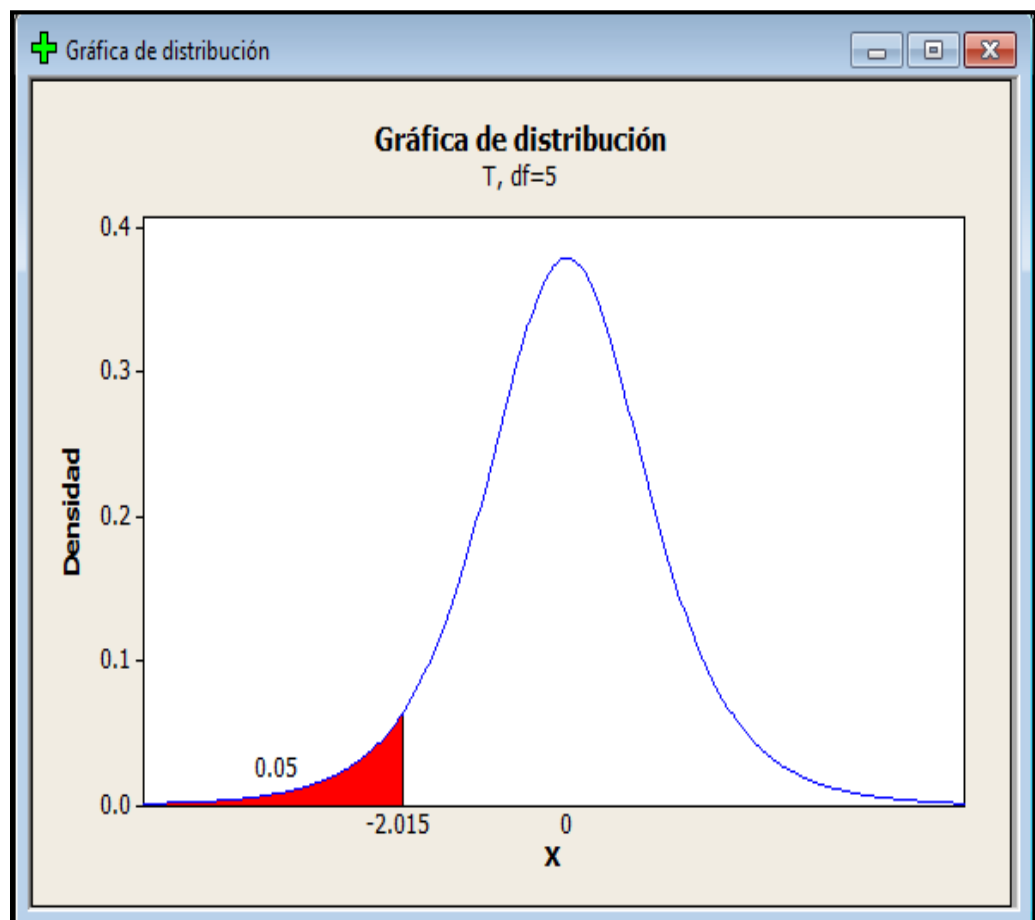
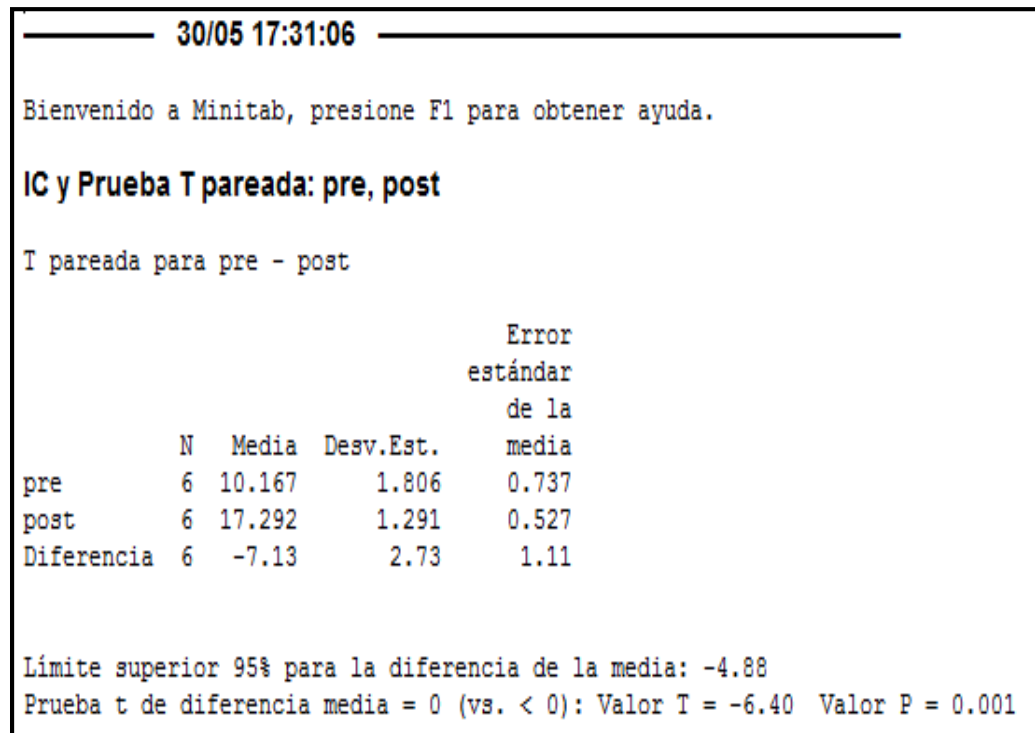
✓ t Student para datos pareados $\rightarrow t_0 = \frac{\bar{d}}{\frac{S_d}{\sqrt{n}}}$

b.6) Región crítica y regla de decisión:

✓ Región Crítica: $RC = t_{(n-1, \alpha)} = t_{(5, 0.05)} =$ Rechazar H_0 si $t_0 \in RC$



b.7) Procedimiento de solución utilizando Minitab16



b.8) Valor de la estadística de prueba

$$t_0 = \frac{\bar{d}}{\frac{S_d}{\sqrt{n}}} = \frac{-7.13}{\frac{2.73}{\sqrt{6}}} = -6.40$$

b.9) Decisión y conclusión

- ✓ Como $t_0 = -6.4 \notin RC$, entonces se rechazó la hipótesis nula, aceptándose por tanto la hipótesis alternativa al 5% de error, es decir: “Los alumnos que se entrenan en el Planeamiento y Control de la Producción utilizando el juego de empresa propuesto, aprendieron que no basta planificar la capacidad requerida de los recursos, para garantizar un plan de producción válido y efectivo”.

4.1.6. Logros de aprendizaje del grupo de control luego de concluido el experimento N° 1

En éste apartado, también utilizamos la estadística inferencial, para evidenciar si en el experimento N°1, el grupo de control (grupo que no utilizó el juego propuesto) aprendió que no basta planificar la capacidad requerida de los recursos utilizados para garantizar un plan de producción válido y efectivo.

a) Datos

Para efectuar la prueba de hipótesis, se tomaron como datos los mostrados en la Figura 4.4., que corresponden a las medias de las notas obtenidas por el grupo de control, antes y después de la aplicación del experimento N° 1.

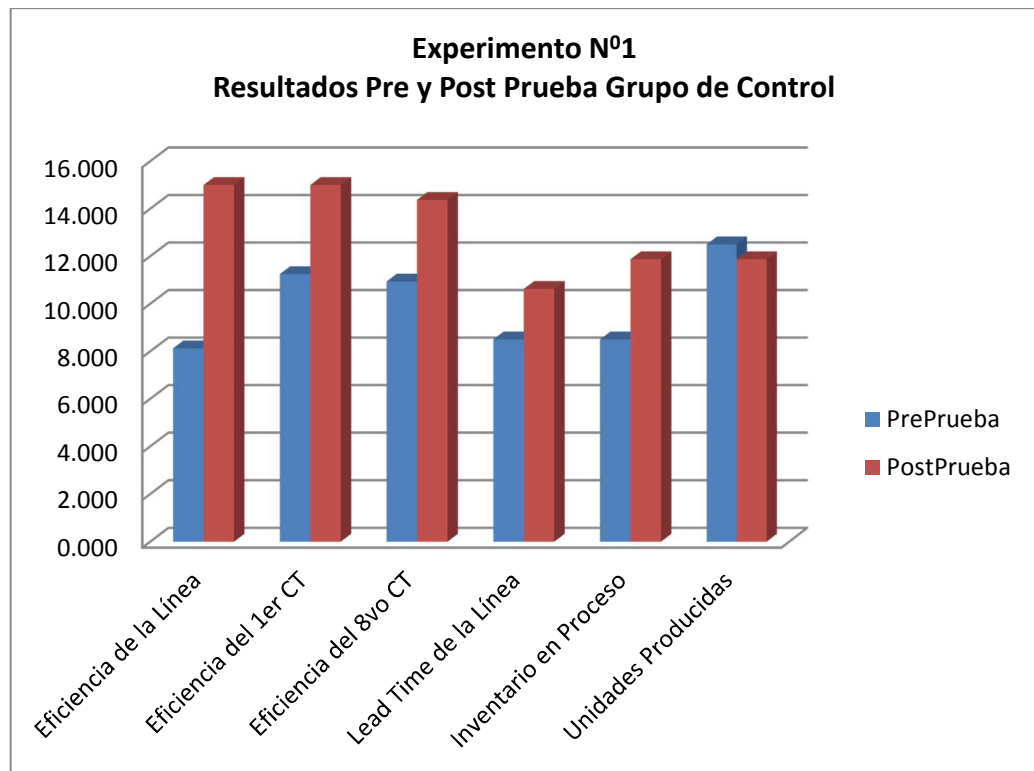


Figura 4.4. Comparación de las notas de la Pre-Prueba S1-00 y de la Post-Prueba S1-01 obtenidas por el grupo de control

b) Detalle del procedimiento de validación de hipótesis

b.1) Tipo de prueba:

- ✓ Prueba de hipótesis para la diferencia de dos medias, con varianzas conocidas y muestras pareadas.

b.2) Enunciado de las hipótesis

- ✓ **Hipótesis nula (H_0)** → “No hay diferencia en el aprendizaje de los alumnos cuando se entrenan utilizando números aleatorios, respecto a si es suficiente planificar la capacidad requerida de los recursos para garantizar un plan de producción válido y efectivo”
- ✓ **Hipótesis alternativa (H_a)** → “Los alumnos que se entrenan en el Planeamiento y Control de la Producción utilizando números aleatorios, aprenden que no basta planificar la

capacidad requerida de los recursos, para garantizar un plan de producción válido y efectivo”.

b.3) Formulación de hipótesis:

Las hipótesis nula y alternativa fueron formuladas de la siguiente manera:

✓ $H_0: \mu_{\text{PrePrueba}} = \mu_{\text{PostPrueba}} \rightarrow \mu_{\text{PrePrueba}} - \mu_{\text{PostPrueba}} = 0$

✓ $H_a: \mu_{\text{PrePrueba}} < \mu_{\text{PostPrueba}} \rightarrow \mu_{\text{PrePrueba}} - \mu_{\text{PostPrueba}} < 0$

b.4) Nivel de significación:

✓ $\alpha = 0.05$ (Corresponde a la máxima probabilidad de rechazar la hipótesis nula, siendo ésta verdadera).

✓ Si Valor de $t_0 < \alpha \rightarrow$ (se rechaza la hipótesis nula)

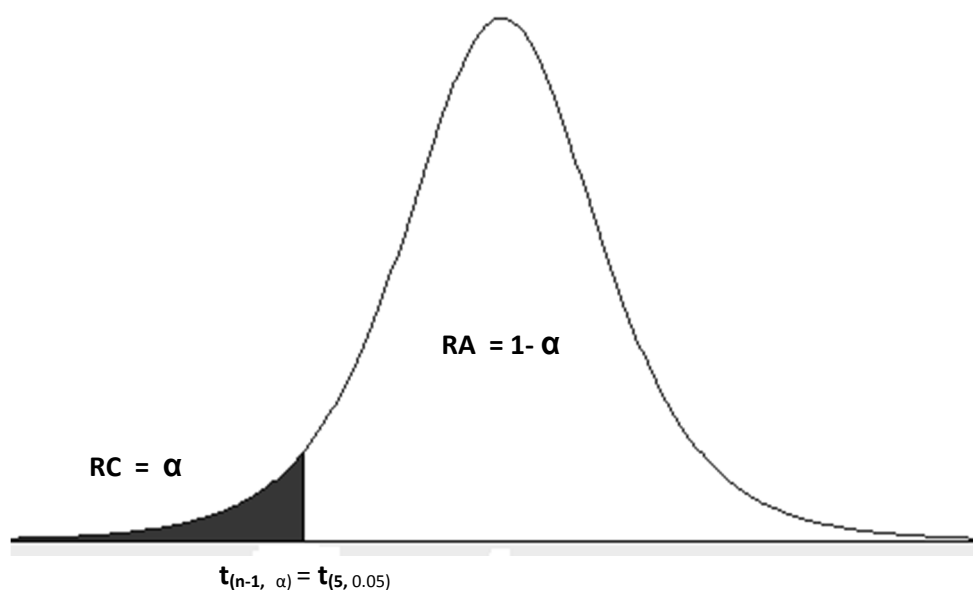
✓ Si Valor de $t_0 > \alpha \rightarrow$ (se acepta la hipótesis nula)

b.5) Estadística de prueba:

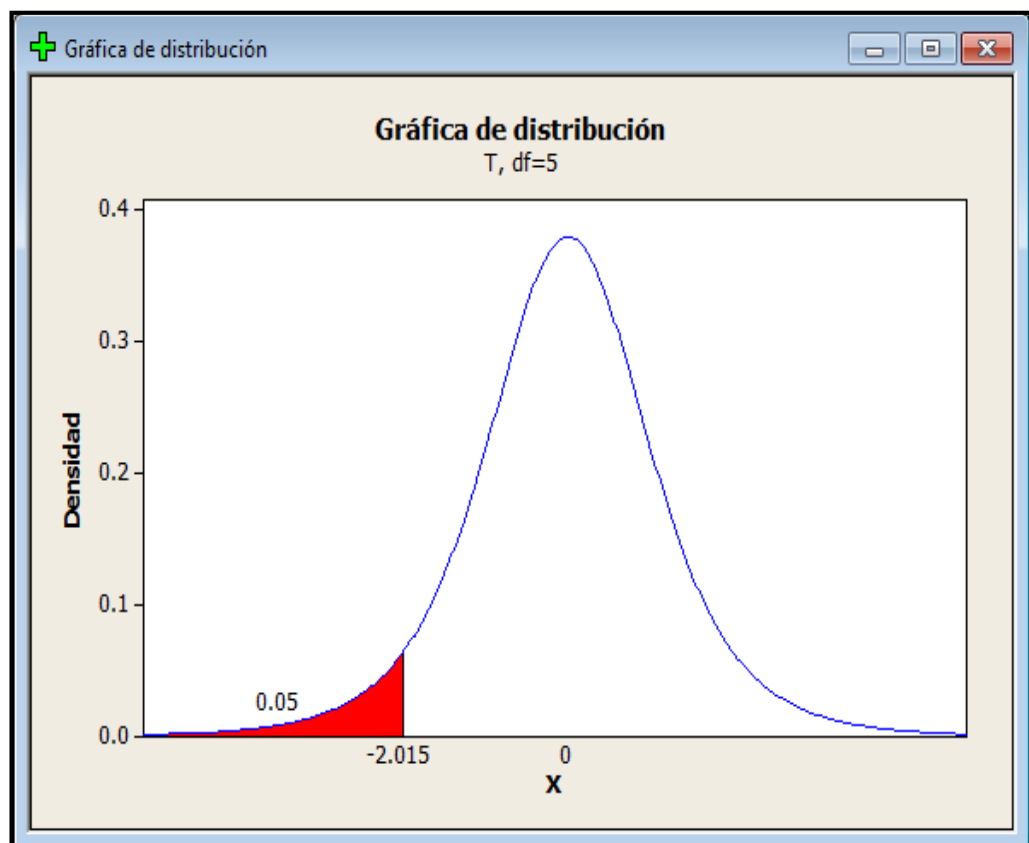
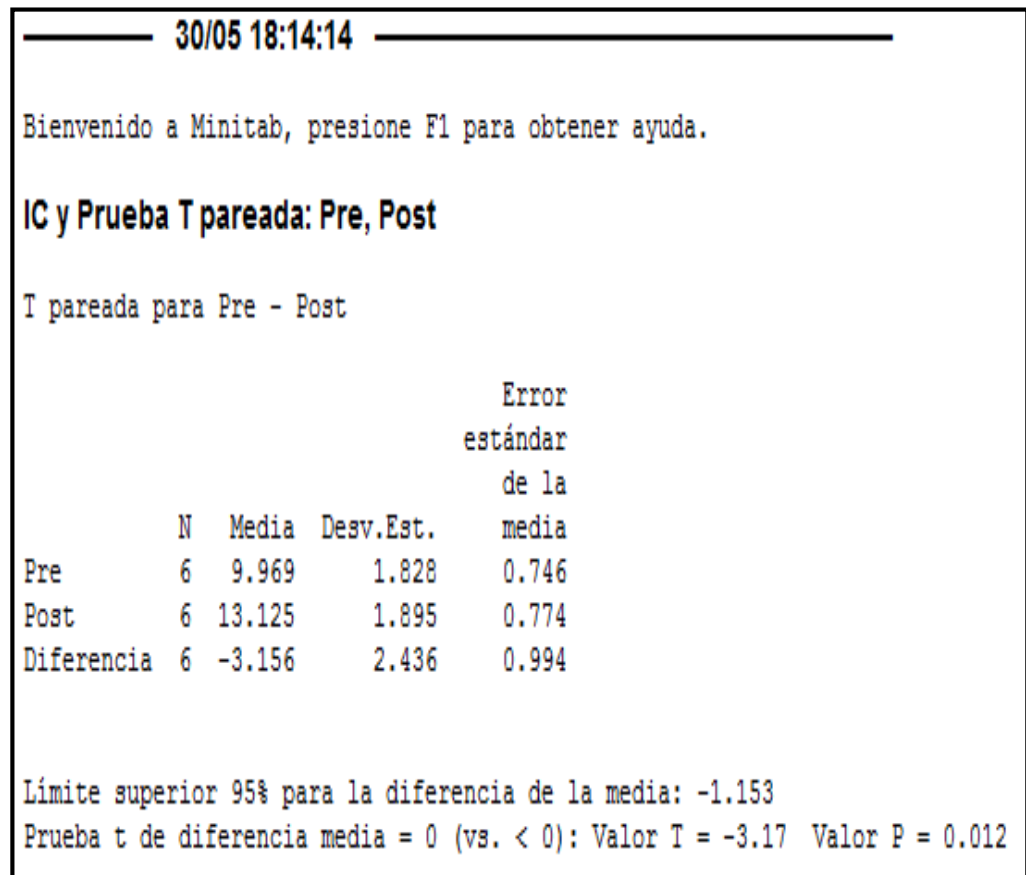
✓ t Student para datos pareados $\rightarrow t_0 = \frac{\bar{d}}{\frac{S_d}{\sqrt{n}}}$

b.6) Región crítica y regla de decisión:

✓ Región Crítica: $RC = t_{(n-1, \alpha)} = t_{(5, 0.05)} =$ Rechazar H_0 si $t_0 \in RC$



b.7) Procedimiento de solución utilizando Minitab16



b.8) Valor del estadístico de prueba

$$t_0 = \frac{\bar{d}}{\frac{S_d}{\sqrt{n}}} = \frac{-3.156}{\frac{2.436}{\sqrt{6}}} = -3.17$$

b.9) Decisión y conclusión

- ✓ Como $t_0 = -3.17 \in RC$, entonces se rechazó la hipótesis nula, aceptándose por tanto la hipótesis alternativa al 5% de error, es decir: “Los alumnos que se entrenan en el Planeamiento y Control de la Producción utilizando números aleatorios, aprendieron que no basta planificar la capacidad requerida de los recursos, para garantizar un plan de producción válido y efectivo”.

4.1.7. Validación de la primera hipótesis específica de ésta investigación

En los apartados 4.1.5. y 4.1.6. quedó demostrado que luego de aplicado el experimento N° 1, ambos grupos lograron un aprendizaje respecto a que no basta planificar la capacidad requerida de los recursos utilizados para garantizar un plan de producción válido y efectivo. Lo que se quiso ahora fue confirmar, si el grupo experimental (el que utilizó el Juego Propuesto), aprendió más que el grupo de control.

a) Datos

Para efectuar la prueba de hipótesis, se tomaron como datos los mostrados en la Tabla 4.8., que corresponden a las medias de las notas de la Post Prueba obtenidas por el grupo experimental y el grupo de control.

b) Detalle del procedimiento de validación de hipótesis

b.1) Aplicación del Test de Fischer o Prueba F

Dado que no se conocían las varianzas de las notas obtenidas en la PostPrueba tanto del grupo experimental como del grupo de control, aplicamos el test de Fisher para analizar cómo eran éstas varianzas.

b.1.1) Formulación de hipótesis:

- ✓ H_0 : Las varianzas del grupo experimental y del grupo de control son iguales.

$$H_0 = \sigma_{\text{PostPrueba Grupo Experimental}}^2 = \sigma_{\text{PostPrueba Grupo de Control}}^2$$

- ✓ H_a : Las varianzas del grupo experimental y del grupo de control son diferentes.

$$H_a = \sigma_{\text{Post Pr uebaGrupoE xperimenta l}}^2 \neq \sigma_{\text{Post Pr uebaGrupoD eControl}}^2$$

b.1.2.) Nivel de significación:

- ✓ $\alpha = 0.05$ (Corresponde a la máxima probabilidad de rechazar la hipótesis nula, siendo ésta verdadera).
- ✓ Si $(\alpha/2) < F_0 < (1 - \alpha/2) \rightarrow$ (se rechaza la hipótesis nula)

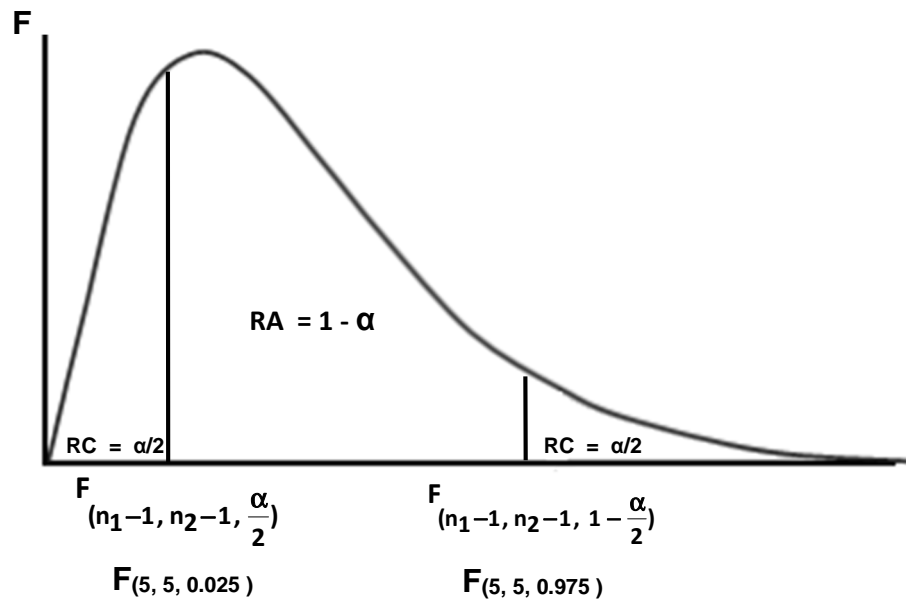
b.1.3.) Estadístico de prueba:

- ✓ F de Fisher $\rightarrow F_0 = \frac{s_{\text{GrupoExperimental}}^2}{s_{\text{GrupodeControl}}^2}$

b.1.4.) Región crítica y regla de decisión:

- ✓ Región Crítica (RC): Se Rechaza Hipótesis Nula si:

$$F_0 \leq F_{(n_1-1, n_2-1, \frac{\alpha}{2})} \quad \text{ó} \quad F_0 \geq F_{(n_1-1, n_2-1, 1-\frac{\alpha}{2})}$$



b.1.5.) Procedimiento de solución utilizando Minitab16

```

02/06 13:51:54
Bienvenido a Minitab, presione F1 para obtener ayuda.

Prueba e IC para dos varianzas: Grupo Experimental, Grupo de Control

Método
Hipótesis nula          Sigma(Grupo Experimental) / Sigma(Grupo de Control) = 1
Hipótesis alterna      Sigma(Grupo Experimental) / Sigma(Grupo de Control) not = 1
Nivel de significancia  Alfa = 0.05

Estadísticas
Variable      N  Desv.Est.  Varianza
Grupo Experimental  6   1.291    1.667
Grupo de Control   6   1.896    3.594

Relación de desviaciones estándar = 0.681
Relación de varianzas = 0.464

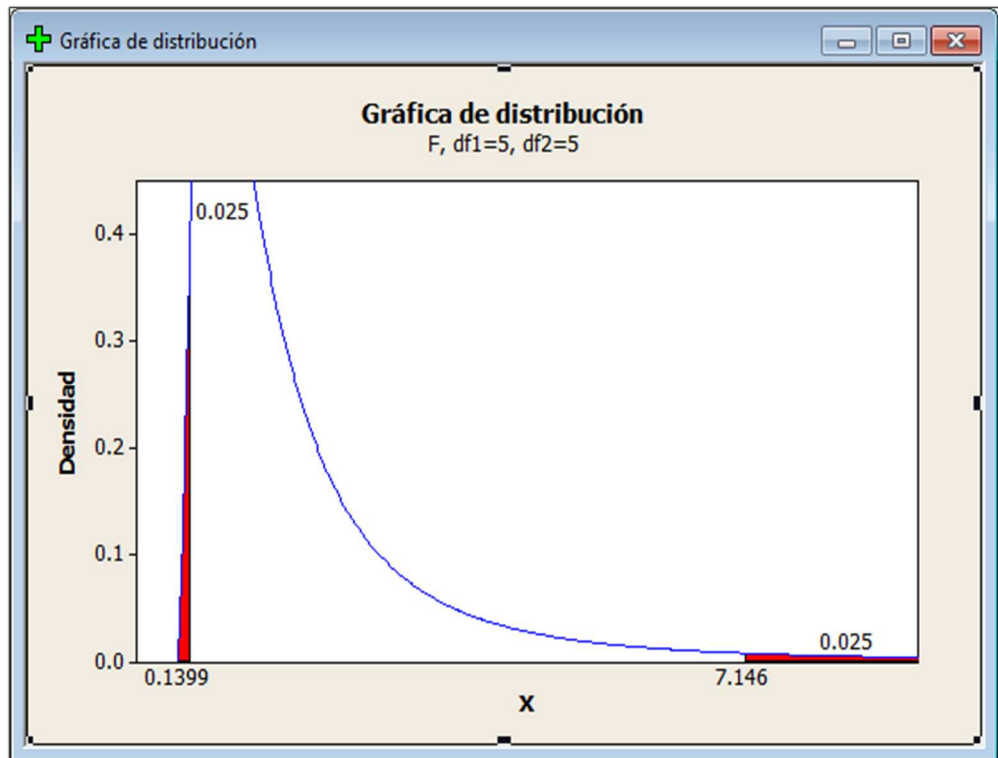
Intervalos de confianza de 95%

Distribución de los datos  IC para relación de Desv.Est.  IC para relación de varianzas
Normal                    (0.255, 1.821)  (0.065, 3.314)
Continuo                   ( *, 1.098)    ( *, 1.205)

Pruebas
Estadística

Método          GL1  GL2  Estadística de prueba  Valor P
Prueba F (normal)          5   5    0.46    0.419
Prueba de Levene (cualquiera continua)  1  10    3.64    0.086

```



b.1.6.) Valor de la estadística de prueba

$$F_0 = \frac{s_{\text{Grupo Experimental}}^2}{s_{\text{GrupodeControl}}^2} = \frac{1.291^2}{1.896^2} = 0.46$$

b.1.7.) Decisión y conclusión

- ✓ Como $F_0 = 0.46 \in RA$, entonces se aceptó la hipótesis nula, al 5% de error, es decir: “No existen diferencias reales en las varianzas de las notas de los grupos experimental y de control”.

b.2) Prueba de hipótesis

b.2.1.) Tipo de prueba:

- ✓ Prueba de hipótesis de cola superior, para la diferencia de dos medias, con varianzas conocidas y muestras independientes.

b.2.2.) Enunciado de las hipótesis

- ✓ **Hipótesis nula (H₀)** → “No hay diferencia en el aprendizaje de los alumnos cuando se entrenan utilizando el juego de empresa propuesto, respecto a si es suficiente planificar la capacidad requerida de los recursos para garantizar un plan de producción válido y efectivo”
- ✓ **Hipótesis alternativa (H_a)** → “Los alumnos que se entrenan en el planeamiento y control de la producción utilizando el juego de empresa propuesto, aprenden en mayor grado, que no basta planificar la capacidad requerida de los recursos, para garantizar un plan de producción válido y efectivo”.

b.2.3.) Formulación de hipótesis:

- ✓ H₀: $\mu_{\text{PostPruebaGrupoExperimental}} = \mu_{\text{PostPruebaGrupo de Control}}$
- ✓ H_a: $\mu_{\text{PostPruebaGrupoExperimental}} > \mu_{\text{PostPruebaGrupo de Control}}$

b.2.4.) Nivel de significación:

- ✓ $\alpha = 0.05$ (Corresponde a la máxima probabilidad de rechazar la hipótesis nula, siendo ésta verdadera).
- ✓ Si Valor de $t_0 < \alpha$ → (se rechaza la hipótesis nula)
- ✓ Si Valor de $t_0 > \alpha$ → (se acepta la hipótesis nula)

b.2.5.) Estadístico de prueba:

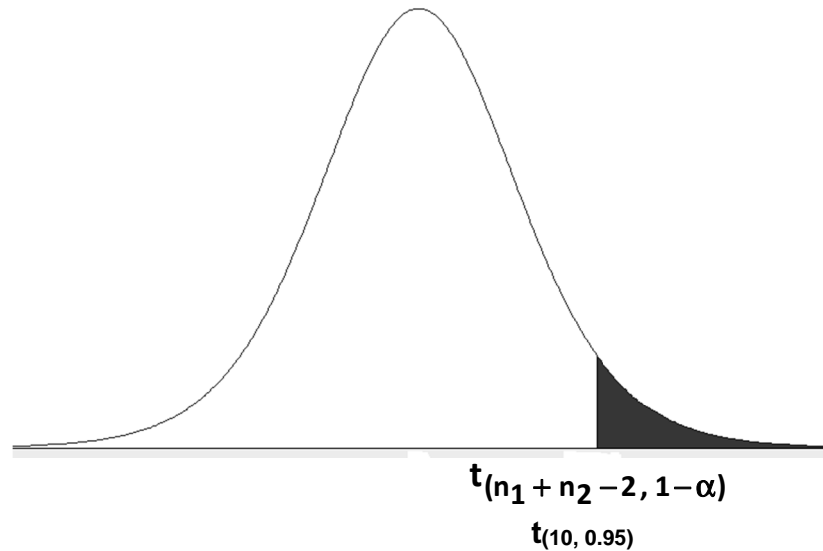
- ✓ t Student para datos no pareados

$$t_0 = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

b.2.6.) Región crítica y regla de decisión:

✓ Región Crítica: $RC = t_{(n_1 + n_2 - 2, 1 - \alpha)} = t_{(10, 0.95)} =$

Rechazar si $t_0 \in RC$



b.2.7.) Procedimiento de solución utilizando Minitab16

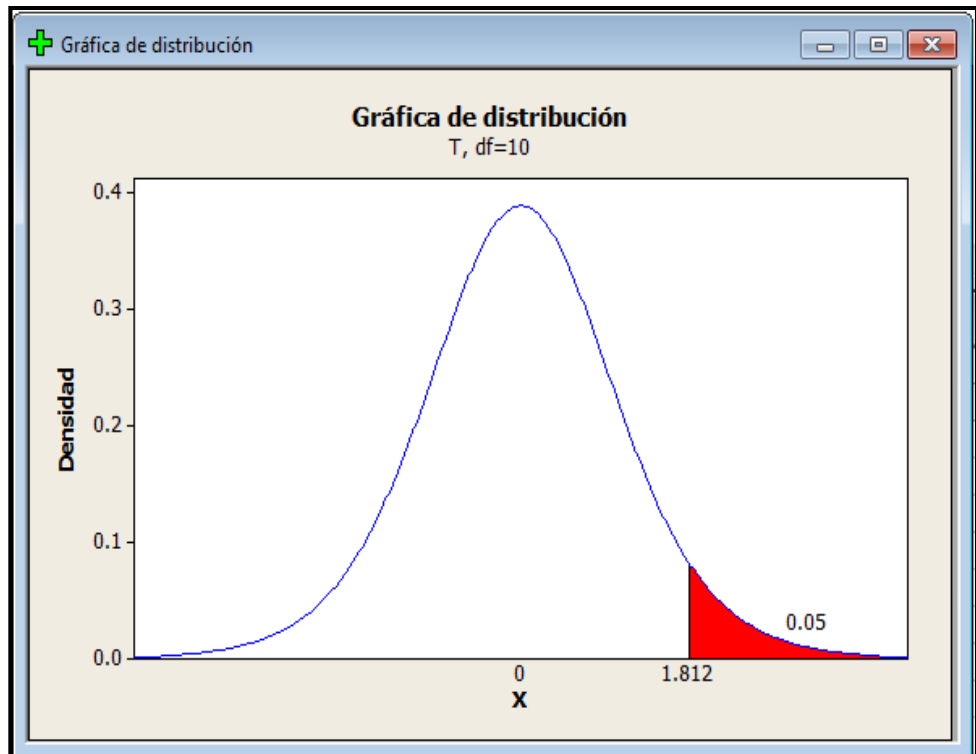
```
30/05 18:21:23
Bienvenido a Minitab, presione F1 para obtener ayuda.

Prueba T e IC de dos muestras: post E, post C

T de dos muestras para post E vs. post C

      N  Media  Desv.Est.  Error
      6  17.29   1.29     estándar
      6  13.13   1.90     de la
                        media
post E 6  17.29   1.29     0.53
post C 6  13.13   1.90     0.77

Diferencia = mu (post E) - mu (post C)
Estimado de la diferencia: 4.167
Límite inferior 95% de la diferencia: 2.470
Prueba T de diferencia = 0 (vs. >): Valor T = 4.45  Valor P = 0.001  GL = 10
Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 1.6218
```



b.2.8.) Valor del estadístico de prueba

$$t_0 = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} = \frac{17.29 - 13.13}{1.6218 \sqrt{\frac{1}{6} + \frac{1}{6}}} = 4.45$$

b.2.9.) Decisión y conclusión

- ✓ Como $t_0 \in$ Región Crítica (RC), entonces se rechazó la hipótesis nula, aceptándose por tanto la hipótesis alternativa al 5% de error, es decir: “Los alumnos que se entrenan en el Planeamiento y Control de la Producción utilizando el juego de empresa propuesto, aprendieron en mayor grado, que no basta planificar la capacidad requerida de los recursos, para garantizar un plan de producción válido y efectivo”.

4.2. Resultados para evaluar el segundo objetivo específico

El segundo objetivo específico de ésta investigación, fue evaluado a partir de la ejecución del experimento N^o2, lo cual permitió valorar si con la utilización del juego de empresa, los alumnos aprendieron en mayor grado a minimizar los efectos de dependencia y variabilidad reduciendo el gap del plan de producción planeado versus el plan de producción real.

La Figura 4.5. muestra la relación del segundo objetivo específico con el experimento número dos.

4.2.1. Resultados de la aplicación de la Pre-Prueba S2-00, relacionados con el segundo objetivo específico

Se pide a los alumnos de cada grupo (el experimental y el de control), que analicen y decidan cómo harán producir la línea bajo el sistema de programación Drum-Buffer-Rope (DBR) propuesto por el Modelo de Teoría de Restricciones, de manera que logren los resultados planeados mostrados en la Tabla 4.1. (Para mayor información remitirse al apartado 1.3.4. del Anexo 8 de esta Tesis, donde se describe el proceso de aplicación del experimento N^o 2).

Luego de un lapso de veinte minutos de sinergia, se aplica la Pre-Prueba S2-00, cuestionario abierto que permitió registrar cómo los alumnos piensan planear y programar los recursos de la línea de producción, y cómo controlarán el flujo de la misma bajo el sistema DBR del Modelo de Teoría de Restricciones. Los resultados de la Pre-Prueba S2-00 aplicada al grupo experimental y al grupo de control se pueden apreciar en las Tablas 4.9. y 4.10. respectivamente.

SEGUNDO OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPÓTESIS ESPECÍFICA	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES
Utilizar el juego de empresa como recurso didáctico, para que los alumnos del curso de PT&EO de la Escuela de PostGrado de Ing. Industrial de la URP, ciclo 2013-1, aprendan en mayor grado a minimizar los efectos de dependencia y variabilidad, reduciendo el gap entre el plan de producción planeado versus el plan de producción Real.	Si los alumnos del curso de PT&EO de la Escuela de PostGrado de Ing. Industrial de la URP, ciclo 2013-1, utilizan el juego de empresa propuesto, entonces aprenden en mayor grado a minimizar los efectos de dependencia y variabilidad reduciendo el gap entre el plan de producción planeado versus el plan de producción real.	Minimizar los efectos de dependencia y variabilidad reduciendo el gap entre el plan de producción planeado versus el plan de producción real	Eficiencia del Sistema de Producción

DISEÑO DEL EXPERIMENTO NÚMERO 2

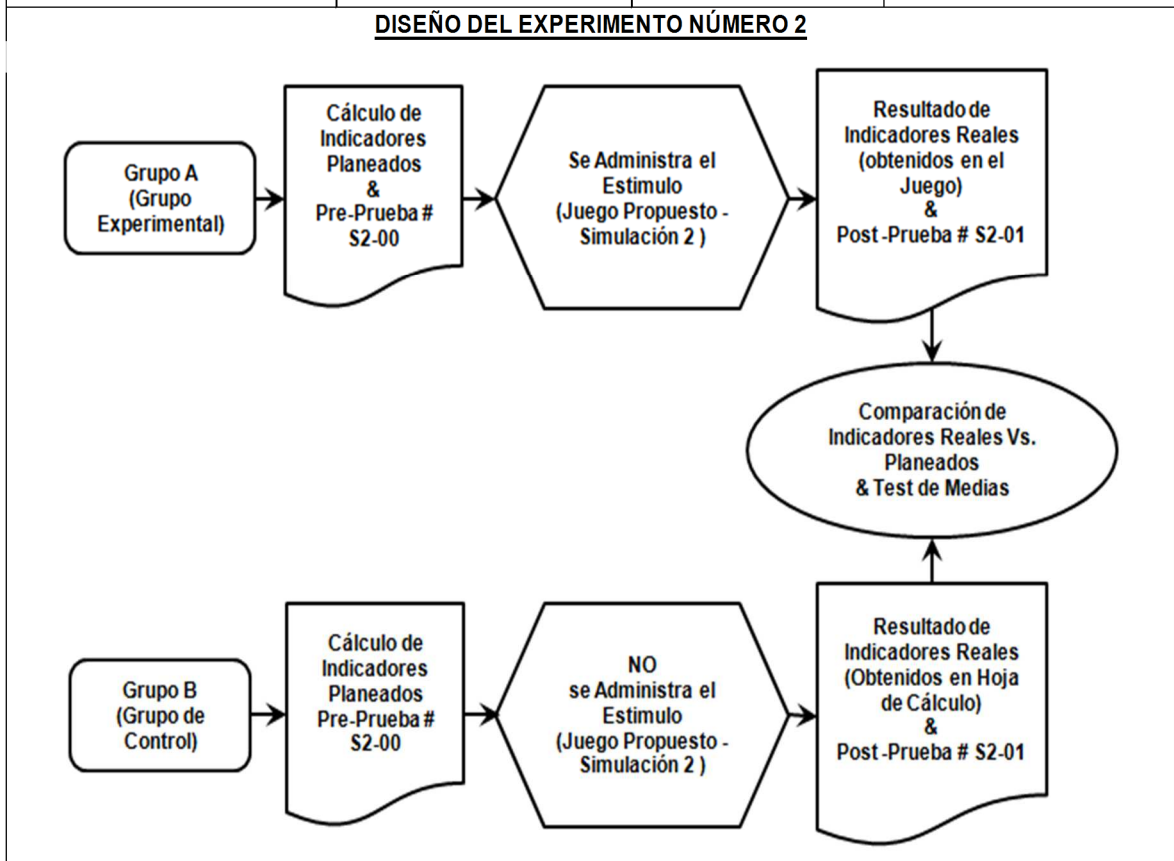


Figura 4.5. Relación del segundo objetivo específico con el experimento N^o2

Uno de los indicadores evaluados en la Pre-Prueba es la Eficiencia. Técnicamente el único centro de trabajo al cual debería exigirse ser eficiente es al Cuello de Botella, que en la línea de producción es el centro de trabajo número cuatro, pues es el centro que tiene menos capacidad disponible (solo puede manufacturar tres unidades por día), mientras todos los demás pueden fabricar 3.5 unidades por día).

Si se exige a todos los centros de trabajo ser eficientes, eso implica que cada centro de trabajo debería manufacturar a sus propias capacidades para alcanzar esa meta, originando con ello mayor proliferación de inventarios, mayores colas, mayor variabilidad, lo que afecta el real desempeño de la línea de producción.

De las 64 respuestas recogidas en el grupo experimental en relación a la Eficiencia de los centros de trabajo (ítems 1A a 1H), 58 fueron correctas, mientras que en el grupo de control solo hubo 50 respuestas correctas.

En otras palabras en el grupo experimental, un 90.63% de respuestas identificaron satisfactoriamente que el cuello de botella es el único recurso que debe ser eficiente, y los demás centros de trabajo no deben serlo; mientras que el 78.13% de las respuestas recogidas en el grupo de control hicieron lo propio.

Asimismo podemos apreciar que en el grupo experimental el 75% de los alumnos identificaron correcta y plenamente que recursos no deben ser eficientes y qué recurso sí debe serlo, mientras que en el grupo de control solo el 50% de los alumnos hicieron lo mismo.

Se observa pues que el grupo experimental nuevamente tuvo un mejor desempeño.

Tabla 4.9. Resultados Desagregados por Alumno de la PrePrueba S2-00 Aplicada al Grupo Experimental

Variable Dependiente	Indicador	Número de Item	Pregunta Cerrada	Alternativa de Respuesta	Puntaje Asignado (Escala Vigesimal)	RESPUESTAS							
						Alumno Experimental 1	Alumno Experimental 2	Alumno Experimental 3	Alumno Experimental 4	Alumno Experimental 5	Alumno Experimental 6	Alumno Experimental 7	Alumno Experimental 8
Minimizar los Efectos de Dependencia y Variabilidad reduciendo el gap entre el plan de producción planeado y el plan de producción real.	Eficiencia del Cuello de Botella	1A	¿ Exigirá Eficiencia al CT1 ?	Sólo obtiene puntaje si dice que NO	20 solo si proporciona respuesta correcta	20	20	20	20	20	20	20	20
		1B	¿ Exigirá Eficiencia al CT2 ?	Sólo obtiene puntaje si dice que NO		20	20	20	20	20	20	20	20
		1C	¿ Exigirá Eficiencia al CT3 ?	Sólo obtiene puntaje si dice que NO		20	20	20	20	20	20	20	20
		1D	¿ Exigirá Eficiencia al CT4 ?	Sólo obtiene puntaje si dice que SI		20	20	20	20	20	20	20	20
		1E	¿ Exigirá Eficiencia al CT5 ?	Sólo obtiene puntaje si dice que NO		20	20	20	20	0	20	20	20
		1F	¿ Exigirá Eficiencia al CT6 ?	Sólo obtiene puntaje si dice que NO		20	20	20	20	0	20	20	20
		1G	¿ Exigirá Eficiencia al CT7 ?	Sólo obtiene puntaje si dice que NO		20	0	20	20	0	20	20	20
		1H	¿ Exigirá Eficiencia al CT8 ?	Sólo obtiene puntaje si dice que NO		20	0	20	20	0	20	20	20
Programación Efectiva del sistema DBR	Unidades Producidas Reales	2A	¿ El CT1 debe tirar el dado ?	Sólo obtiene puntaje si dice que NO	20 solo si proporciona respuesta correcta	20	20	20	20	20	20	20	20
		2B	¿ El CT2 debe tirar el dado ?	Sólo obtiene puntaje si dice que NO		20	20	20	20	20	20	20	20
		2C	¿ El CT3 debe tirar el dado ?	Sólo obtiene puntaje si dice que NO		20	20	20	20	20	20	20	20
		2D	¿ El CT4 debe tirar el dado ?	Sólo obtiene puntaje si dice que SI		20	20	20	20	20	20	20	20
		2E	¿ El CT5 debe tirar el dado ?	Sólo obtiene puntaje si dice que NO		20	20	20	20	0	20	0	
		2F	¿ El CT6 debe tirar el dado ?	Sólo obtiene puntaje si dice que NO		20	20	20	20	0	20	0	
		2G	¿ El CT7 debe tirar el dado ?	Sólo obtiene puntaje si dice que SI		20	20	20	20	20	20	20	20
		2H	¿ El CT8 debe tirar el dado ?	Sólo obtiene puntaje si dice que SI		20	20	20	20	20	0	20	0
		2I	¿ Cuánto deben Fabricar por día los Centros de Trabajo que NO tiran el dado ?	Los que no tiran dado fabrican lo que manufactura CB		20	20	20	20	20	20	20	20
Lead Time de Producción	Inventario en Proceso	3	Dimensioe los Inventarios Iniciales para Cada centro de Trabajo	Todos 5 unidades	15	15	15	20	20	20	15	15	0
				Todos 5 unidades y CT7 y CT8 6 unidades	20								
				Ninguna de las anteriores	0								
	Lead Time de Producción	4	Identifique los Centros de Trabajo que representan la Cuerda de Producción	Todos menos el CT7 y CT8	20	20	0	20	20	0	20	20	20
Ninguna de las anteriores				0									

Tabla 4.10 Resultados Desagregados por Alumno de la PrePrueba S2-00 Aplicada al Grupo de Control

Variable Dependiente	Indicador	Número de Item	Pregunta Cerrada	Alternativa de Respuesta	Puntaje Asignado (Escala Vigesimal)	RESPUESTAS							
						Alumno Experimental 1	Alumno Experimental 2	Alumno Experimental 3	Alumno Experimental 4	Alumno Experimental 5	Alumno Experimental 6	Alumno Experimental 7	Alumno Experimental 8
Minimizar los Efectos de Dependencia y Variabilidad reduciendo el gap entre el plan de producción planeado y el plan de producción real.	Eficiencia del Cuello de Botella	1A	¿ Exigirá Eficiencia al CT1 ?	Sólo obtiene puntaje si dice que NO	20 solo si proporciona respuesta correcta	20	20	20	20	20	20	20	20
		1B	¿ Exigirá Eficiencia al CT2 ?	Sólo obtiene puntaje si dice que NO		20	20	20	20	20	20	20	20
		1C	¿ Exigirá Eficiencia al CT3 ?	Sólo obtiene puntaje si dice que NO		20	20	20	20	20	20	20	20
		1D	¿ Exigirá Eficiencia al CT4 ?	Sólo obtiene puntaje si dice que SI		20	20	20	20	20	20	20	20
		1E	¿ Exigirá Eficiencia al CT5 ?	Sólo obtiene puntaje si dice que NO		20	0	20	0	20	0	20	20
		1F	¿ Exigirá Eficiencia al CT6 ?	Sólo obtiene puntaje si dice que NO		20	0	20	0	20	0	20	20
		1G	¿ Exigirá Eficiencia al CT7 ?	Sólo obtiene puntaje si dice que NO		20	0	20	0	20	0	0	20
		1H	¿ Exigirá Eficiencia al CT8 ?	Sólo obtiene puntaje si dice que NO		20	0	20	0	20	0	0	20
Programación Efectiva del sistema DBR	Unidades Producidas Reales	2A	¿ El CT1 debe tirar el dado ?	Sólo obtiene puntaje si dice que NO	20 solo si proporciona respuesta correcta	20	20	20	20	20	20	20	20
		2B	¿ El CT2 debe tirar el dado ?	Sólo obtiene puntaje si dice que NO		20	20	20	20	20	20	20	20
		2C	¿ El CT3 debe tirar el dado ?	Sólo obtiene puntaje si dice que NO		20	20	20	20	20	20	20	20
		2D	¿ El CT4 debe tirar el dado ?	Sólo obtiene puntaje si dice que SI		20	20	20	20	20	20	20	20
		2E	¿ El CT5 debe tirar el dado ?	Sólo obtiene puntaje si dice que NO		0	0	20	0	20	0	0	0
		2F	¿ El CT6 debe tirar el dado ?	Sólo obtiene puntaje si dice que NO		0	0	20	0	20	0	0	0
		2G	¿ El CT7 debe tirar el dado ?	Sólo obtiene puntaje si dice que SI		0	0	20	0	20	0	0	20
		2H	¿ El CT8 debe tirar el dado ?	Sólo obtiene puntaje si dice que SI		0	0	20	0	20	0	0	0
	2I	¿ Cuánto deben Fabricar por día los Centros de Trabajo que NO tiran el dado ?	Los que no tiran dado fabrican lo que manufactura CB	0	0	20	0	20	20	0	20		
	Inventario en Proceso	3	Dimensione los Inventarios Iniciales para Cada centro de Trabajo	Todos 5 unidades	15	15	0	15	0	15	0	0	0
				Todos 5 unidades y CT7 y CT8 6 unidades	20								
				Ninguna de las anteriores	0								
	Lead Time de Producción	4	Identifique los Centros de Trabajo que representan la Cuerda de Producción	Todos menos el CT7 y CT8	20	0	0	0	0	20	0	0	0
Ninguna de las anteriores				0									

4.2.2. Aplicación y resultados reales del experimento N°2

Luego de la aplicación de la Pre-Prueba S2-00, se ejecutó propiamente el experimento N°2, para lo cual se pidió a los alumnos que pongan a trabajar la línea de producción para una corrida de veinte días.

Es pertinente subrayar que en ésta corrida son los alumnos que deben planear y programar la línea, así como controlar el flujo de producción, aplicando el sistema DBR propuesto por el Modelo de Teoría de Restricciones. (Los detalles de la aplicación del experimento N° 2 se describen en el apartado 1.3.4. del Anexo 8 de esta Tesis).

Mientras el grupo experimental trabajó con el juego propuesto, el grupo de control trabajó con números aleatorios en una hoja de cálculo.

Al término del experimento N°2, se aplicó la Post-Prueba S2-01, cuyo objetivo es registrar los resultados reales del desempeño de la línea de producción que lograron tanto el grupo experimental cuanto el grupo de control. Los resultados de la Post-Prueba S2-01 se recogieron en las Tablas 4.11. y 4.12.

Asimismo, las calificaciones obtenidas por los alumnos están en función a cuán buenos fueron los resultados reales de la línea de producción respecto a los indicadores planeados mostrados en la Tabla 4.1.

Se observa en la Tabla 4.11, que el grupo experimental (grupo que trabajó con el juego propuesto en ésta investigación), obtuvo 93% de Eficiencia en los Centros de Trabajo números 1, 2, 3, 4, 5, y 6; 97% de Eficiencia en el Centro de Trabajo número 7, y 95% de Eficiencia en el Centro de Trabajo número 8. Recordemos que la eficiencia planeada de la línea en cada centro de trabajo se espera que sea de 100% (Ver Tabla 4.1.).

Asimismo, se observa en la Tabla 4.11. que la línea de producción al cabo de los 20 días de producción manufacturó 57 unidades. Se esperaba que la producción planeada fuera de 60 unidades (Ver Tabla 4.1.). Por tanto si comparamos la producción real de la línea versus la producción planeada, la Eficiencia lograda en la línea de producción por el grupo experimental es de 95%. Recordemos que la producción planeada de la línea era de 98.21% (Ver Tabla 4.1.). Se analizan a continuación los resultados logrados por el grupo de control.

En la Tabla 4.12. la eficiencia de cada centro de trabajo se esperaba que fuera 100%. Sin embargo ellos logran para los centros de trabajo 1, 2, 3, y 4 una Eficiencia de 90%; el centro de trabajo 5 alcanza una eficiencia de 92%, el centro de trabajo 6 alcanza una Eficiencia de 88%; el centro de trabajo 7 de 85%, y la Eficiencia del centro de trabajo 8 es la más baja con tan solo 82%. Asimismo el grupo de control al cabo de los veinte días de producción logran manufacturar tan solo 49 unidades versus las 60 unidades esperadas, logrando una eficiencia real de la línea de producción de tan solo 81.67%, respecto al 98.21% esperado.

En conclusión podemos advertir dos logros. Primero, que el grupo experimental alcanzó mejores eficiencias en cada centro de trabajo y también una Eficiencia superior en la línea de producción, respecto a lo conseguido por el grupo de control. Segundo: todos los resultados reales del grupo experimental con respecto a la eficiencia de cada centro de trabajo y la eficiencia real de la línea están más próximos a lo planeado. Es decir la brecha entre lo planeado y lo real es más estrecha desde el punto de vista de la estadística descriptiva y/o resultados cuantitativos conseguidos.

Tabla 4.11. Resultados Desagregados por Alumno de la PostPrueba S2-01 Aplicada al Grupo Experimental

Variable Dependiente	Indicador	Número de Item	Pregunta	Respuesta	Puntaje Asignado (Escala Vigesimal)	RESPUESTAS							
						Alumno Experimental 1	Alumno Experimental 2	Alumno Experimental 3	Alumno Experimental 4	Alumno Experimental 5	Alumno Experimental 6	Alumno Experimental 7	Alumno Experimental 8
Minimizar los Efectos de Dependencia y Variabilidad reduciendo el gap entre el plan de producción planeado y el plan de producción real.	Eficiencia del Cuello de Botella	1A	Eficiencia Real del CT1	93%	Proporcional a Resultado de Simulación	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6
		1B	Eficiencia Real del CT2	93%		18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6
		1C	Eficiencia Real del CT3	93%		18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6
		1D	Eficiencia Real del CT4	93%		18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6
		1E	Eficiencia Real del CT5	93%		18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6
		1F	Eficiencia Real del CT6	93%		18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6
		1G	Eficiencia Real del CT7	97%		19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3
		1H	Eficiencia Real del CT8	95%		19	19	19	19	19	19	19	19
Programación Efectiva del sistema DBR	Unidades Producidas Reales	2A	Producción Real de CT1 luego de 20 días	56	Proporcional a Resultado de Simulación	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6
		2B	Producción Real de CT2 luego de 20 días	56		18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	
		2C	Producción Real de CT3 luego de 20 días	56		18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	
		2D	Producción Real de CT4 luego de 20 días	56		18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	
		2E	Producción Real de CT5 luego de 20 días	56		18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	
		2F	Producción Real de CT6 luego de 20 días	56		18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	
		2G	Producción Real de CT7 luego de 20 días	58		19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	
		2H	Producción Real de CT8 luego de 20 días	57		19	19	19	19	19	19	19	
		2I	Producción Real de la Línea de Producción luego de 20 días	57	Proporcional a Resultado de Simulación	19	19	19	19	19	19	19	19
		Inventario en Proceso	3	Calcule el Inventario Real Final en Proceso luego de 20 días de Producción.	37	En función a Resultado de Simulación	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6
	Lead Time de Producción	4	Calcule el Lead Time Real de Producción luego de 20 días de Producción.	12	En función a Resultado de Simulación	17.1	17.1	17.1	17.1	17.1	17.1	17.1	17.1

Tabla 4.12. Resultados Desagregados por Alumno de la PostPrueba S2-01 Aplicada al Grupo de Control

Variable Dependiente	Indicador	Número de Item	Pregunta	Respuesta	Puntaje Asignado (Escala Vigesimal)	RESPUESTAS							
						Alumno Experimental 1	Alumno Experimental 2	Alumno Experimental 3	Alumno Experimental 4	Alumno Experimental 5	Alumno Experimental 6	Alumno Experimental 7	Alumno Experimental 8
Minimizar los Efectos de Dependencia y Variabilidad reduciendo el gap entre el plan de producción planeado y el plan de producción real.	Eficiencia del Cuello de Botella	1A	Eficiencia Real del CT1	90%	Proporcional a Resultado de Simulación	18	18	18	18	18	18	18	18
		1B	Eficiencia Real del CT2	90%		18	18	18	18	18	18	18	18
		1C	Eficiencia Real del CT3	90%		18	18	18	18	18	18	18	18
		1D	Eficiencia Real del CT4	90%		18	18	18	18	18	18	18	18
		1E	Eficiencia Real del CT5	92%		18.4	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4
		1F	Eficiencia Real del CT6	88%		17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6
		1G	Eficiencia Real del CT7	85%		17	17	17	17	17	17	17	17
		1H	Eficiencia Real del CT8	82%		16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4
Programación Efectiva del sistema DBR	Unidades Producidas Reales	2A	Producción Real de CT1 luego de 20 días	54	Proporcional a Resultado de Simulación	18	18	18	18	18	18	18	18
		2B	Producción Real de CT2 luego de 20 días	54		18	18	18	18	18	18	18	18
		2C	Producción Real de CT3 luego de 20 días	54		18	18	18	18	18	18	18	18
		2D	Producción Real de CT4 luego de 20 días	54		18	18	18	18	18	18	18	18
		2E	Producción Real de CT5 luego de 20 días	55		18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3
		2F	Producción Real de CT6 luego de 20 días	53		17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6
		2G	Producción Real de CT7 luego de 20 días	51		17.3	17.3	17.3	17.3	17.3	17.3	17.3	17.3
		2H	Producción Real de CT8 luego de 20 días	49		16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3
		2I	Producción Real de la Línea de Producción luego de 20 días	51	Proporcional a Resultado de Simulación	17	17	17	17	17	17	17	17
	Inventario en Proceso	3	Calcule el Inventario Real Final en Proceso luego de 20 días de Producción.	46	En función a Resultado de Simulación	14.18	14.18	14.18	14.18	14.18	14.18	14.18	14.18
	Lead Time de Producción	4	Calcule el Lead Time Real de Producción luego de 20 días de Producción.	14	En función a Resultado de Simulación	14.68	14.68	14.68	14.68	14.68	14.68	14.68	

4.2.3. Validación de la segunda hipótesis específica de ésta investigación

En éste apartado se contrasta mediante la estadística inferencial, si el grupo experimental (el que utilizó el juego propuesto), aprendió en mayor grado a minimizar los efectos de dependencia y variabilidad reduciendo el gap entre el plan de producción planeado versus el plan de producción real.

a) Datos

Para efectuar la prueba de hipótesis, se tomaron como datos los mostrados en la Figura 4.6., que corresponden a las medias de las notas de la Post Prueba S2-01 obtenidas por el grupo experimental y el grupo de control.

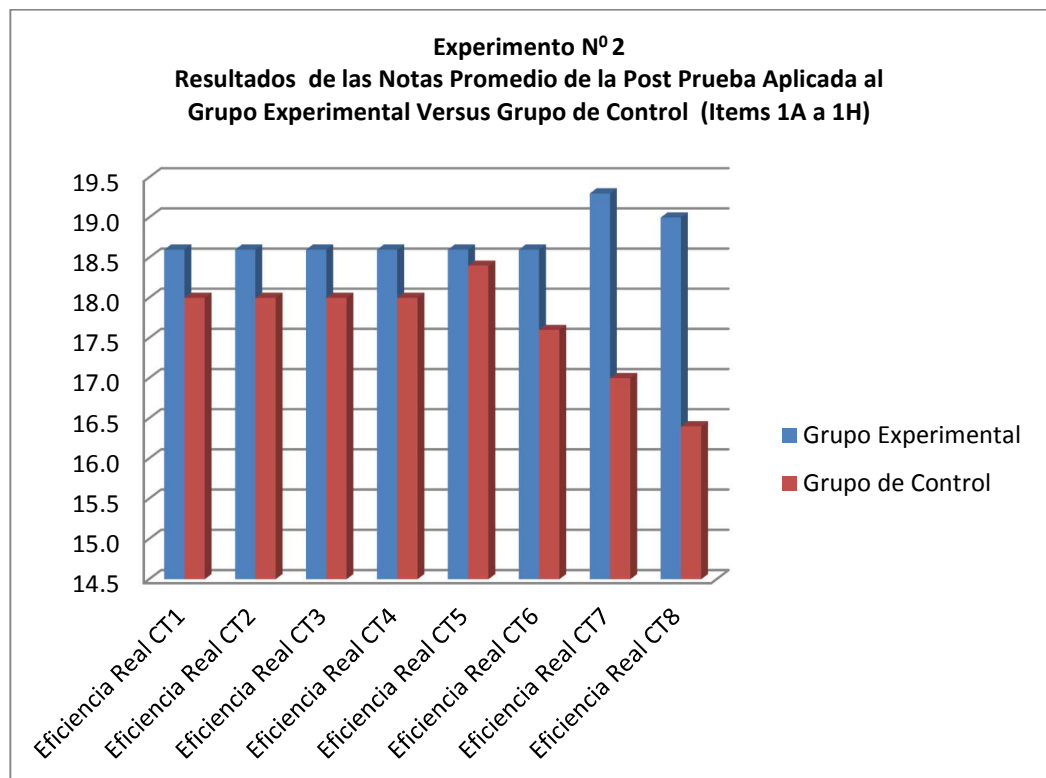


Figura 4.6. Notas promedio de la Post-Prueba S2-01 obtenidas por el grupo experimental y el grupo de control items 1A a 1H

b) Detalle del procedimiento de validación de hipótesis

b.1) Aplicación del Test de Fischer o Prueba F

Dado que no se conocían las varianzas de las notas obtenidas en la PostPrueba tanto del grupo experimental como del grupo de control, aplicamos el test de Fisher para analizar cómo son éstas varianzas.

b.1.1) Formulación de hipótesis:

- ✓ H_0 : Las varianzas del grupo experimental y del grupo de control son iguales.

$$H_0 = \sigma_{\text{Post Pr uebaGrupoE xperimenta l}}^2 = \sigma_{\text{Post Pr uebaGrupoD eControl}}^2$$

- ✓ H_a : Las varianzas del grupo experimental y del grupo de control son diferentes.

$$H_a = \sigma_{\text{Post Pr uebaGrupoE xperimenta l}}^2 \neq \sigma_{\text{Post Pr uebaGrupoD eControl}}^2$$

b.1.2.) Nivel de significación:

- ✓ $\alpha = 0.05$ (Corresponde a la máxima probabilidad de rechazar la hipótesis nula, siendo ésta verdadera).

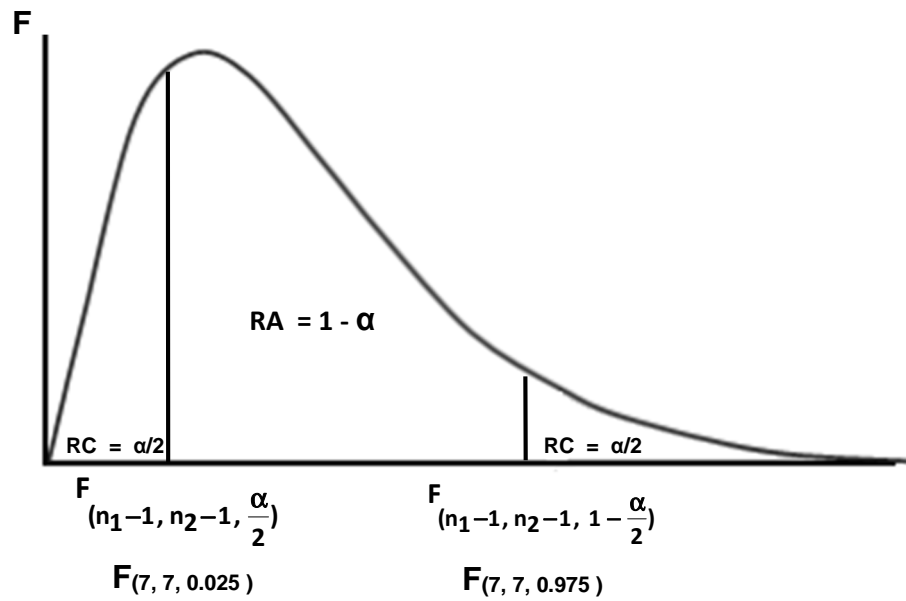
b.1.3.) Estadístico de prueba:

- ✓ F de Fisher $\rightarrow F_0 = \frac{s_{\text{GrupoExperimental}}^2}{s_{\text{GrupodeControl}}^2}$

b.1.4.) Región crítica y regla de decisión:

- ✓ Región Crítica (RC): Se Rechaza Hipótesis Nula si:

$$F_0 \leq F_{(n_1-1, n_2-1, \frac{\alpha}{2})} \quad \text{ó} \quad F_0 \geq F_{(n_1-1, n_2-1, 1-\frac{\alpha}{2})}$$



b.1.5.) Procedimiento de solución utilizando Minitab16

07/06 8:43:53

Bienvenido a Minitab, presione F1 para obtener ayuda.

Prueba e IC para dos varianzas: Experimental, Control

Método

Hipótesis nula Sigma(Experimental) / Sigma(Control) = 1
 Hipótesis alterna Sigma(Experimental) / Sigma(Control) not = 1
 Nivel de significancia Alfa = 0.05

Estadísticas

Variable	N	Desv.Est.	Varianza
Experimental	8	0.267	0.071
Control	8	0.658	0.434

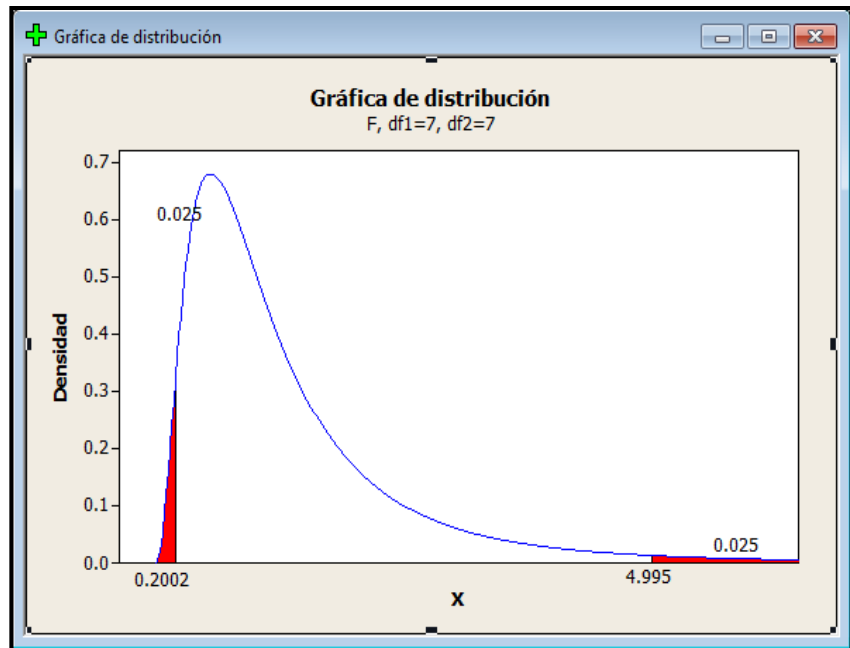
Relación de desviaciones estándar = 0.405
 Relación de varianzas = 0.164

Intervalos de confianza de 95%

Distribución de los datos	IC para relación de Desv.Est.	IC para relación de varianza
Normal	(0.181, 0.906)	(0.033, 0.821)
Continuo	(*, *)	(*, *)

Pruebas

Método	GL1	GL2	Estadística de prueba	Valor P
Prueba F (normal)	7	7	0.16	0.029
Prueba de Levene (cualquiera continua)	1	14	1.58	0.230



b.1.6.) Valor del Estadístico de Prueba

$$F_0 = \frac{s_{\text{GrupoExperimental}}^2}{s_{\text{GrupodeControl}}^2} = \frac{0.267^2}{0.658^2} = 0.164$$

b.1.7.) Decisión y conclusión

- ✓ Como $F_0 = 0.164 \in RC$, entonces se rechazó la Hipótesis nula, y se aceptó la hipótesis alternativa, al 5% de error, es decir: “Sí existen diferencias reales en las varianzas de las notas de los grupos experimental y de control”.

b.2) Prueba de hipótesis

b.2.1.) Tipo de prueba:

- ✓ Prueba de hipótesis de cola superior, para la diferencia de dos medias, con varianzas diferentes y muestras independientes.

b.2.2.) Enunciado de las hipótesis

- ✓ **Hipótesis nula (H₀)** → “No hay diferencia en el aprendizaje de los alumnos cuando se entrenan utilizando el juego de empresa propuesto, para aprender a minimizar los efectos de dependencia y variabilidad reduciendo el gap entre el plan de producción planeado y el plan de producción real”.
- ✓ **Hipótesis alternativa (H_a)** → “Los alumnos que se entrenan en el Planeamiento y Control de la Producción utilizando el juego de empresa propuesto, aprenden en mayor grado, a minimizar los efectos de dependencia y variabilidad reduciendo el gap entre el plan de producción planeado y el plan de producción real”.

b.2.3.) Formulación de hipótesis:

- ✓ H₀: $\mu_{\text{PostPruebaGrupoExperimental}} = \mu_{\text{PostPruebaGrupo de Control}}$
- ✓ H_a: $\mu_{\text{PostPruebaGrupoExperimental}} > \mu_{\text{PostPruebaGrupo de Control}}$

b.2.4.) Nivel de significación:

- ✓ $\alpha = 0.05$ (Corresponde a la máxima probabilidad de rechazar la hipótesis nula, siendo ésta verdadera).

b.2.5.) Estadístico de prueba:

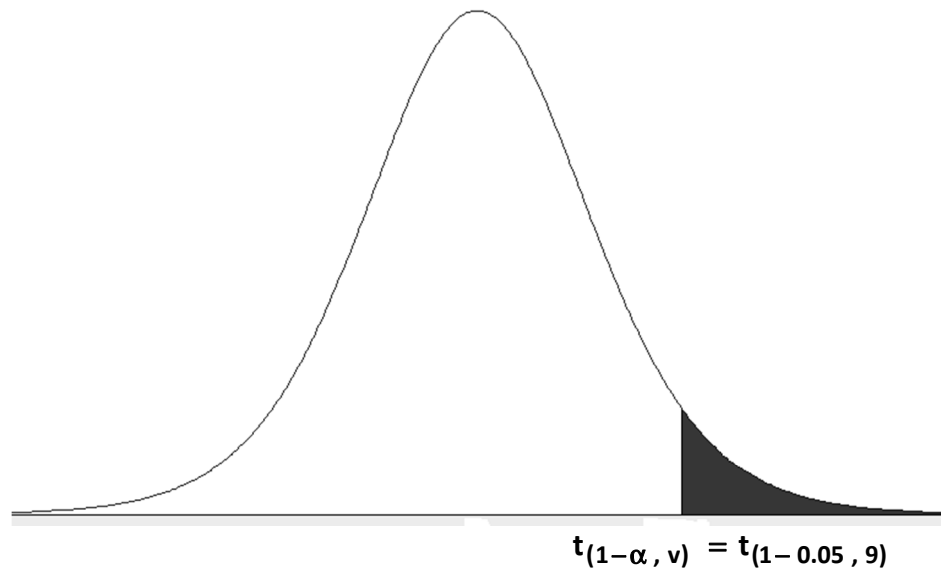
- ✓ t Student para datos no pareados con varianzas diferentes.

$$t_0 = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

✓ Dónde:

- \bar{x}_1 = Media del Grupo Experimental
- \bar{x}_2 = Media del Grupo de Control
- S_1^2 = Desviación Estándar del Grupo Experimental
- S_2^2 = Desviación Estándar del Grupo de Control

b.2.6.) Región crítica y regla de decisión:



✓ Dónde:

- v = Grados de Libertad de la t de Student

$$v = \text{Grados de Libertad} = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{(n_1 - 1)} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{(n_2 - 1)}}$$

✓ Dónde:

- S_1^2 = Desviación Estándar del Grupo Experimental

- S_2^2 = Desviación Estándar del Grupo de Control
 - n_1 = Número de Preguntas al grupo Experimental
 - n_2 = Número de Preguntas al grupo Experimental
- ✓ Reemplazando:

$$v = \text{Grados de Libertad} = \frac{\left(\frac{0.267^2}{8} + \frac{0.658^2}{8}\right)^2}{\frac{\left(\frac{0.267^2}{8}\right)^2}{(8-1)} + \frac{\left(\frac{0.658^2}{8}\right)^2}{(8-1)}} = 9$$

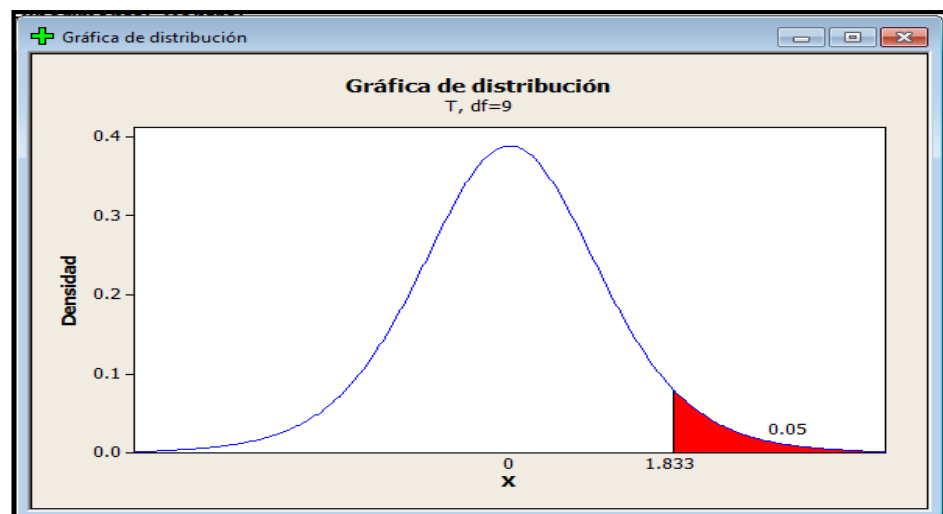
b.2.7.) Procedimiento de solución utilizando Minitab16

Prueba T e IC de dos muestras: Experimental, Control

T de dos muestras para Experimental vs. Control

	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Experimental	8	18.737	0.267	0.094
Control	8	17.675	0.658	0.23

Diferencia = mu (Experimental) - mu (Control)
 Estimado de la diferencia: 1.062
 Límite inferior 95% de la diferencia: 0.602
 Prueba T de diferencia = 0 (vs. >): Valor T = 4.23 Valor P = 0.001 GL = 9



b.2.8.) Valor del estadístico de prueba

$$t_0 = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} = \frac{18.737 - 17.675}{\sqrt{\frac{0.267^2}{8} + \frac{0.658^2}{8}}} = 4.23$$

b.2.9.) Decisión y conclusión

- ✓ Como $t_0 = 4.23$ pertenece a la Región Crítica (RC), entonces se rechazó la hipótesis nula, aceptándose la hipótesis alternativa, es decir: “Los alumnos que se entrenan en el Planeamiento y Control de la Producción utilizando el juego de empresa propuesto, aprendieron en mayor grado, a minimizar los efectos de dependencia y variabilidad reduciendo el gap entre el plan de producción planeado y el plan de producción real”.

4.3. Resultados para evaluar el tercer objetivo específico

El tercer objetivo específico de ésta investigación, se evaluó también a partir de la ejecución del Experimento N^o2, lo cual permitió valorar si con la utilización del juego de empresa, los alumnos aprendieron en mayor grado a programar efectivamente según el sistema DBR (Drum-Buffer-Rope) propuesto por el Modelo de Teoría de Restricciones.

La Figura 4.7. muestra la relación del tercer objetivo específico con el experimento número dos.

TERCER OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPÓTESIS ESPECÍFICA	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES
Utilizar el Juego de Empresa como recurso didáctico, para que los alumnos del curso de PT&EO de la Escuela de PostGrado de Ing. Industrial de la URP, ciclo 2013-1, aprendan en mayor grado a programar efectivamente según el sistema DBR (Drum-Buffer-Rope) propuesto por el modelo de Teoría de Restricciones.	Si los alumnos del curso de PT&EO de la Escuela de PostGrado de Ing. Industrial de la URP, ciclo 2013-1, utilizan el juego de empresa propuesto, entonces logran en mayor grado a programar efectivamente según el sistema DBR propuesto por el Modelo de Teoría de Restricciones	Programación Efectiva del Sistema DBR propuesto por el Modelo de Teoría de Restricciones	Sistema de Programación DBR

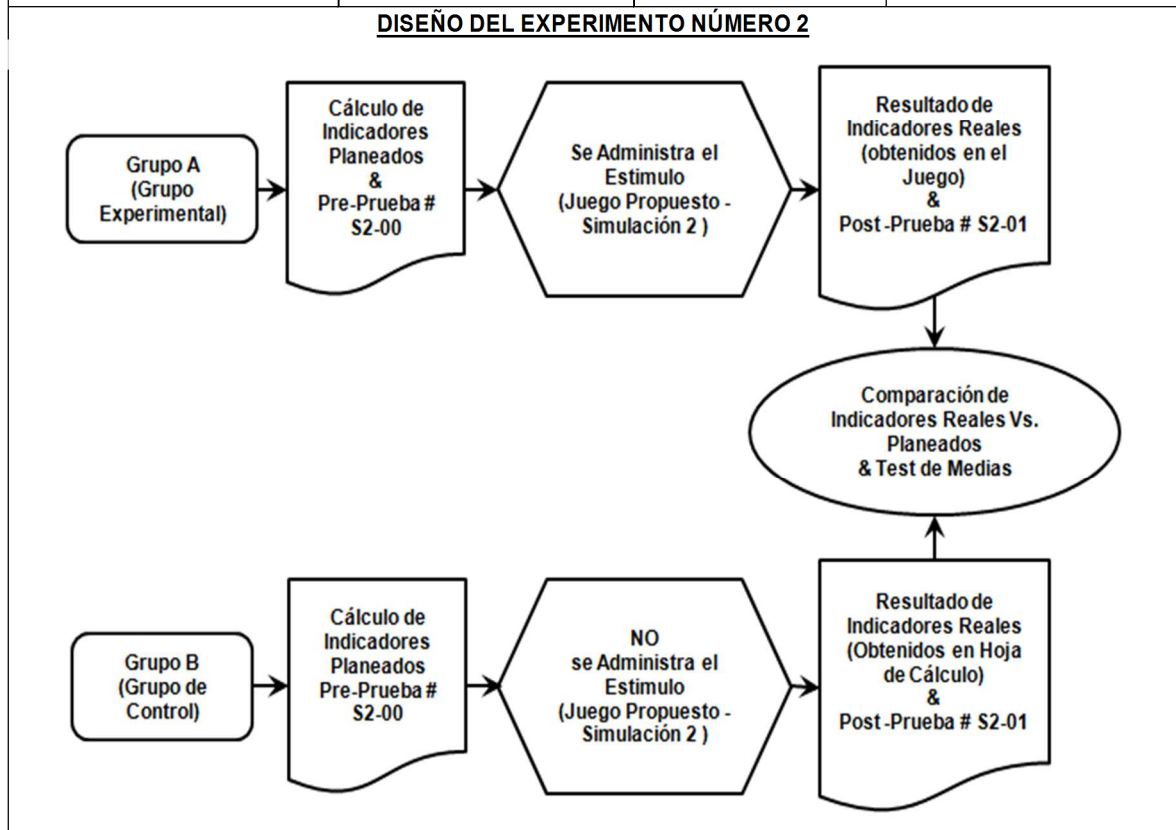


Figura 4.7. Relación del tercer objetivo específico con el experimento N^o2

4.3.1. Resultados de la aplicación de la Pre-Prueba S2-00 relacionados con el tercer objetivo específico

Si nos remitimos a los resultados recogidos en la Pre-Prueba S2-00, mostradas en las Tablas 4.9. y 4.10. (el cual es un cuestionario abierto), podemos observar en relación a los ítems 2A a 2H, que el 90.6% de las respuestas recogidas en el grupo experimental identificaron correctamente que el cuello de botella y los centros de trabajo posteriores al cuello de botella pueden trabajar a sus propias capacidades (en el caso del juego propuesto en ésta investigación esto significa que dichos centros de trabajo pueden tirar el dado). Sin embargo en el grupo de control tan solo el 64% de las respuestas lograron comprender que únicamente el cuello de botella y los centros de trabajo posteriores a él, pueden trabajar a sus propias capacidades. Asimismo, hay un 75% de alumnos del grupo experimental versus un 25% del grupo de control que identificaron correctamente qué centros de trabajo deben trabajar a sus propias capacidades.

Ante la pregunta: ¿ cuánto deben fabricar por día los centros de trabajo que no tiran el dado ?, (pregunta correspondiente al Item 2I), el 100% de los alumnos del grupo experimental manifestó correctamente que todos esos centros de trabajo deben fabricar lo que manufacture el cuello de botella. Sin embargo, solo el 50% de los alumnos del grupo de control lograron entender que los centros de trabajo que no trabajen a sus propias capacidades deben subordinarse al cuello de botella. En otras palabras el DRUM (Tambor o Cuello de Botella), del Modelo de Teoría de Restricciones fue identificado, conceptualizado y explotado mejor por el grupo experimental que por el grupo de control.

Con respecto a la dimensión de los inventarios iniciales o los buffers del sistema DBR propuesto por el Modelo de Teoría de Restricciones (Item 3 de la Pre-Prueba S2-00), podemos observar en las Tablas 4.9. y 4.10, que el 37.5% del grupo experimental logró cuantificar muy bien los amortiguadores del cuello de botella y de los demás centros de trabajo (asignando 5 unidades a todos los centros de trabajo, salvo los centros de trabajo 7 y 8 a los cuales les asignan 6 unidades). Un 50% de los alumnos del grupo experimental logró cuantificar bien los amortiguadores asignando 5 unidades a todos los centros de trabajo de la línea de producción. Tan sólo el 12.5% de los alumnos del grupo experimental no dimensionó correctamente los inventarios iniciales de la línea de producción.

Por otro lado, tan solo un 37.5% de los alumnos del grupo de control consiguieron dimensionar bien los amortiguadores asignando 5 unidades a todos los centros de trabajo de la línea de producción, y el 62.5% de los alumnos del grupo de control no dimensionan correctamente ningún inventario inicial de la línea de producción.

En conclusión el BUFFER (amortiguadores o inventarios), del Modelo de Teoría de Restricciones fue calculado y conceptualizado mejor por el grupo experimental que por el grupo de control. Focalicemos nuestra atención ahora a las respuestas de la pregunta 4 formulada en la Pre-Prueba S2-00, la cual mide el saber de los alumnos respecto al manejo de la cuerda. Se observa que el 75% de los alumnos del grupo experimental logró identificar plenamente cuáles son los centros de trabajo que representan la cuerda y por tanto deben quedar subordinados al cuello de botella, mientras que solo el 12.5% de los alumnos del grupo de control consiguió lo mismo.

Esto significa que el mecanismo ROPE (cuerda) del Modelo de Teoría de Restricciones es identificado y conceptualizado mejor por el grupo experimental que por el grupo de control.

4.3.2. Validación de la tercera hipótesis específica de ésta investigación

En éste apartado queremos probar, si el grupo experimental aprendió en mayor grado a programar efectivamente según el sistema DBR propuesto por el Modelo de Teoría de Restricciones.

a) Datos

Se tomaron como datos los mostrados en la Figura 4.8., que corresponden a las medias de las notas de la Post Prueba S2-01 obtenidas por el grupo experimental y el grupo de control.

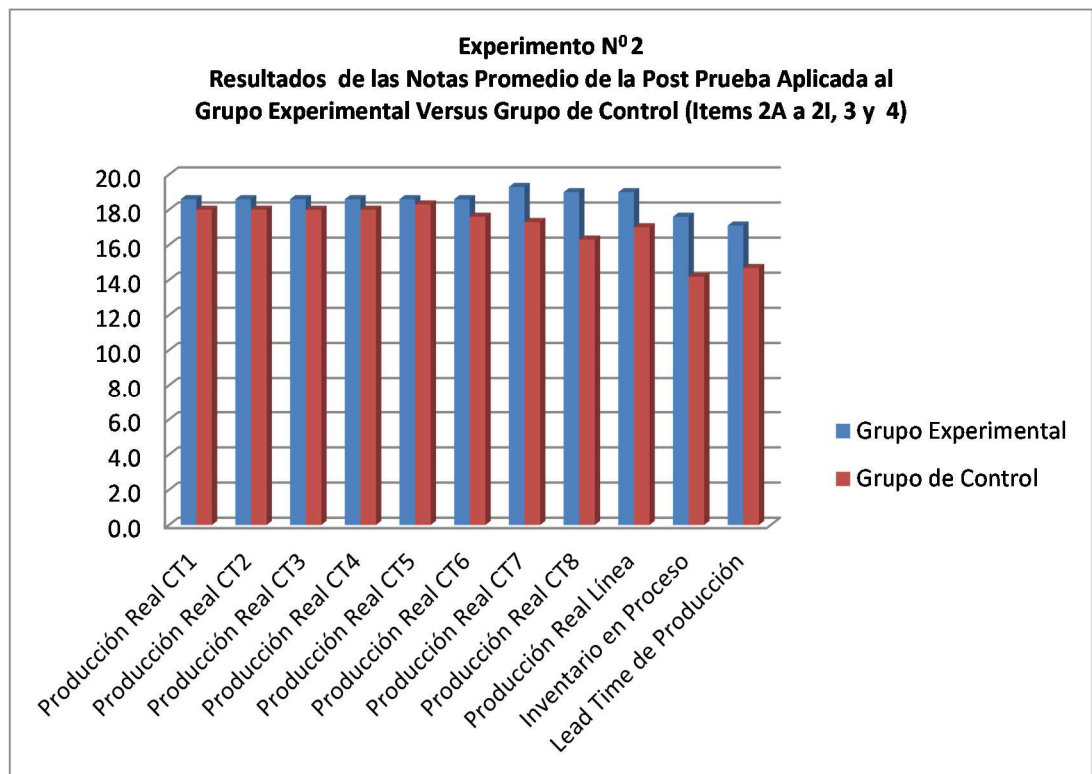


Figura 4.8. Notas promedio de la Post-Prueba S2-01 obtenidas por el grupo experimental y el grupo de control (Items 2A, 2I, 3 y 4)

b) Detalle del procedimiento de validación de hipótesis

b.1) Aplicación del Test de Fischer o Prueba F

Dado que no se conocían las varianzas de las notas obtenidas en la PostPrueba tanto del grupo experimental como del grupo de control, se aplicó el test de Fisher para analizar cómo son éstas varianzas.

b.1.1) Formulación de hipótesis:

- ✓ H_0 : Las varianzas del grupo experimental y del grupo de control son iguales.

$$H_0 = \sigma_{\text{Post Prueba Grupo Experimental}}^2 = \sigma_{\text{Post Prueba Grupo de Control}}^2$$

- ✓ H_a : Las varianzas del grupo experimental y del grupo de control son diferentes.

$$H_a = \sigma_{\text{Post Prueba Grupo Experimental}}^2 \neq \sigma_{\text{Post Prueba Grupo de Control}}^2$$

b.1.2.) Nivel de significación:

- ✓ $\alpha = 0.05$ (Corresponde a la máxima probabilidad de rechazar la hipótesis nula, siendo ésta verdadera).

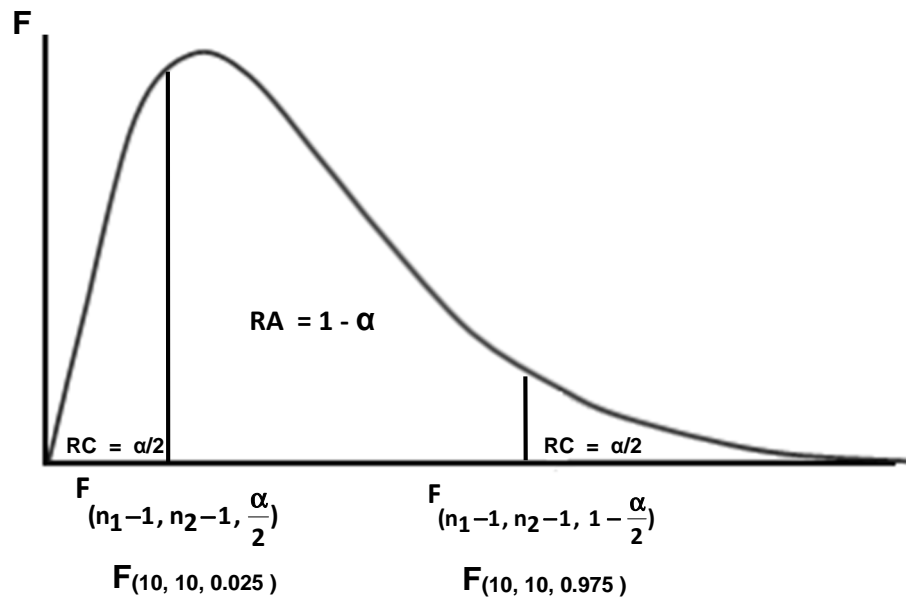
b.1.3.) Estadístico de prueba:

- ✓ F de Fisher $\rightarrow F_0 = \frac{s_{\text{Grupo Experimental}}^2}{s_{\text{Grupo de Control}}^2}$

b.1.4.) Región crítica y regla de decisión:

- ✓ Región Crítica (RC): Se Rechaza Hipótesis Nula si:

$$F_0 \leq F_{(n_1-1, n_2-1, \frac{\alpha}{2})} \quad \text{ó} \quad F_0 \geq F_{(n_1-1, n_2-1, 1-\frac{\alpha}{2})}$$



b.1.5.) Procedimiento de solución utilizando Minitab16

```

07/06 9:19:54
Bienvenido a Minitab, presione F1 para obtener ayuda.

Prueba e IC para dos varianzas: Grupo Experimental, Grupo de Control

Método
Hipótesis nula      Sigma(Grupo Experimental) / Sigma(Grupo de Control) = 1
Hipótesis alterna  Sigma(Grupo Experimental) / Sigma(Grupo de Control) not = 1
Nivel de significancia Alfa = 0.05

Estadísticas
Variable      N  Desv.Est.  Varianza
Grupo Experimental  11   0.630    0.397
Grupo de Control   11   1.413    1.995

Relación de desviaciones estándar = 0.446
Relación de varianzas = 0.199

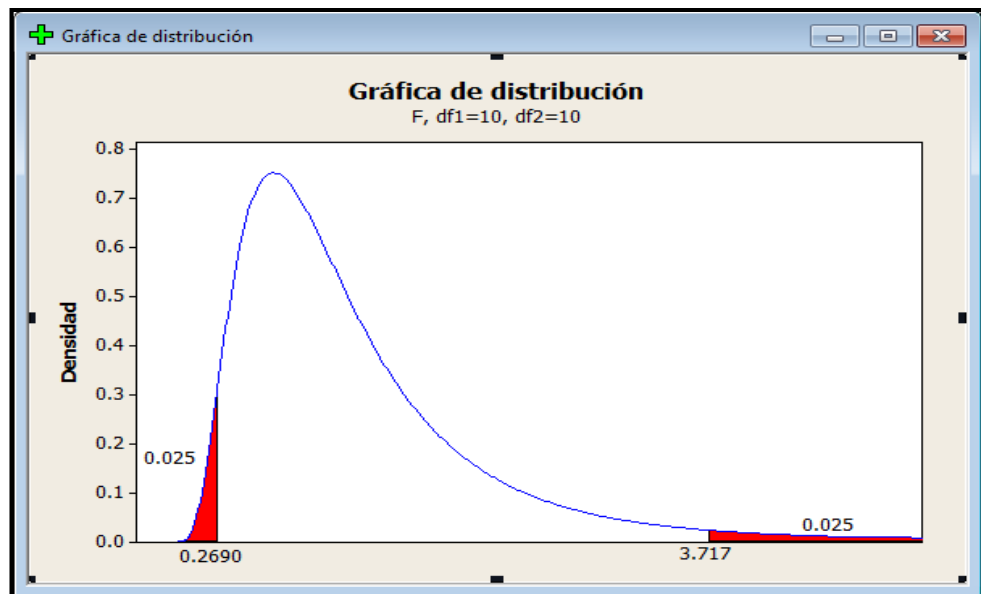
Intervalos de confianza de 95%

Distribución      IC para      IC para
de los datos      relación de  relación de
                   Desv.Est.   varianza
Normal            (0.231, 0.860) (0.054, 0.739)
Continuo          (0.042, 1.502) (0.002, 2.255)

Pruebas

Método                                Estadística
                                GL1  GL2  de prueba  Valor P
Prueba F (normal)                    10  10    0.20    0.018
Prueba de Levene (cualquiera continua) 1  20    2.76    0.112

```



b.1.6.) Valor de la estadística de prueba

$$F_0 = \frac{s_{\text{GrupoExperimental}}^2}{s_{\text{GrupodeControl}}^2} = \frac{0.63^2}{1.413^2} = 0.20$$

b.1.7.) Decisión y conclusión

- ✓ Como $F_0 = 0.20 \in RC$, entonces se rechazó la hipótesis nula, aceptándose la hipótesis alternativa, al 5% de error, es decir: “Sí existen diferencias reales en las varianzas de las notas de los grupos experimental y de control”.

b.2) Prueba de hipótesis

b.2.1.) Tipo de prueba:

- ✓ Prueba de hipótesis de cola superior, para la diferencia de dos medias, con varianzas diferentes y muestras independientes.

b.2.2.) Enunciado de las hipótesis

- ✓ **Hipótesis nula (H_0)** → “No hay diferencia en el aprendizaje de los alumnos cuando se entrenan

utilizando el juego de empresa propuesto, para programar efectivamente según el sistema DBR propuesto por el Modelo de Teoría de Restricciones.

- ✓ **Hipótesis alternativa (Ha)** → “Los alumnos que se entrenan en el Planeamiento y Control de la Producción utilizando el juego de empresa propuesto, aprenden en mayor grado, a programar efectivamente según el sistema DBR propuesto por el Modelo de Teoría de Restricciones”

b.2.3.) Formulación de hipótesis:

- ✓ $H_0: \mu_{\text{PostPruebaGrupoExperimental}} = \mu_{\text{PostPruebaGrupo de Control}}$
- ✓ $H_a: \mu_{\text{PostPruebaGrupoExperimental}} > \mu_{\text{PostPruebaGrupo de Control}}$

b.2.4.) Nivel de significación:

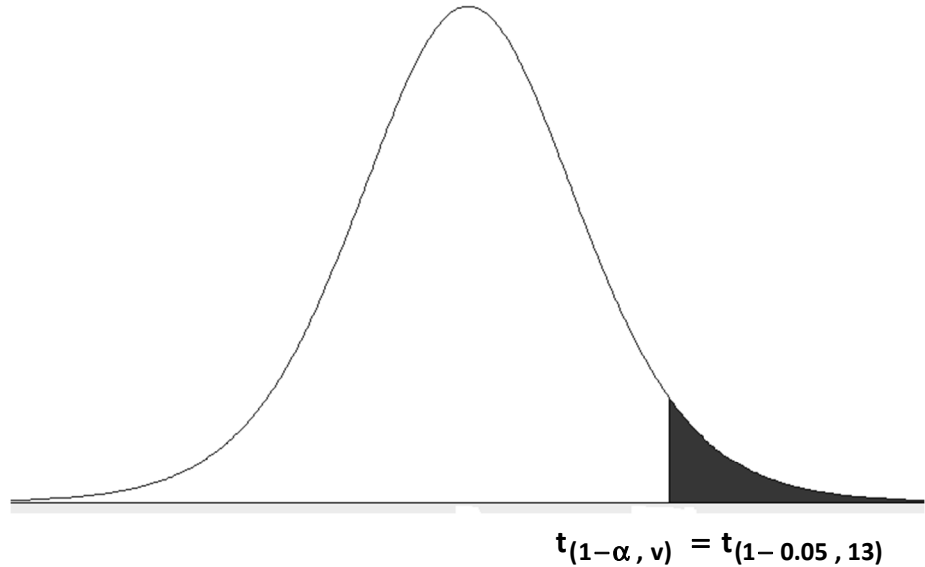
- ✓ $\alpha = 0.05$ (corresponde a la máxima probabilidad de rechazar la hipótesis nula, siendo ésta verdadera).

b.2.5.) Estadística de prueba:

- ✓ t Student para datos no pareados con varianzas diferentes.

- ✓ Dónde:
$$t_0 = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$
 - \bar{X}_1 = Media del Grupo Experimental
 - \bar{X}_2 = Media del Grupo de Control
 - s_1^2 = Desviación Estándar del Grupo Experimental
 - s_2^2 = Desviación Estándar del Grupo de Control

b.2.6.) Región crítica y regla de decisión:



✓ Dónde:

- v = Grados de Libertad de la t de Student

$$v = \text{Grados de Libertad} = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{(n_1 - 1)} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{(n_2 - 1)}}$$

✓ Dónde:

- S_1^2 = Desviación Estándar del Grupo Experimental
- S_2^2 = Desviación Estándar del Grupo de Control
- n_1 = Número de Preguntas al grupo Experimental
- n_2 = Número de Preguntas al grupo Experimental

✓ Reemplazando:

$$v = \text{Grados de Libertad} = \frac{\left(\frac{0.63^2}{11} + \frac{1.41^2}{11}\right)^2}{\frac{\left(\frac{0.63^2}{11}\right)^2}{(11 - 1)} + \frac{\left(\frac{1.41^2}{11}\right)^2}{(11 - 1)}} = 13$$

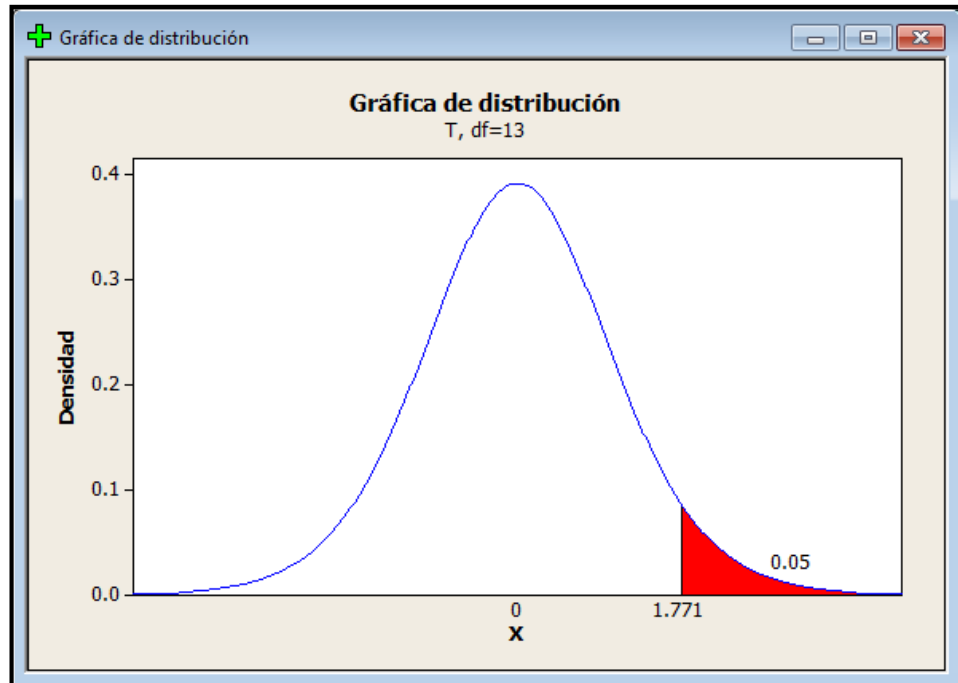
b.2.7.) Procedimiento de solución utilizando Minitab16

Prueba T e IC de dos muestras: Grupo Experimental, Grupo de Control

T de dos muestras para Grupo Experimental vs. Grupo de Control

	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Grupo Experimental	11	18.509	0.630	0.19
Grupo de Control	11	17.03	1.41	0.43

Diferencia = mu (Grupo Experimental) - mu (Grupo de Control)
Estimado de la diferencia: 1.476
Límite inferior 95% de la diferencia: 0.651
Prueba T de diferencia = 0 (vs. >): Valor T = 3.17 Valor P = 0.004 GL = 13



b.2.8.) Valor del Estadístico de Prueba

$$t_0 = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} = \frac{18.509 - 17.03}{\sqrt{\frac{0.63^2}{11} + \frac{1.41^2}{11}}} = 3.17$$

b.2.9.) Decisión y conclusión

- ✓ Como $t_0 = 3.17$ pertenece a la Región Crítica (RC), entonces se rechazó la hipótesis nula, aceptándose

por tanto la hipótesis alternativa al 5% de error, es decir: “Los alumnos que se entrenan en el Planeamiento y Control de la Producción utilizando el juego de empresa propuesto, aprendieron en mayor grado, a programar efectivamente según el sistema DBR propuesto por el Modelo de Teoría de Restricciones”.

4.4. Resultados para evaluar la apreciación del recurso utilizado

Al finalizar a aplicación de los dos experimentos descritos en ésta investigación, se aplicó a los alumnos del grupo experimental el Cuestionario ER-00 con la finalidad de recoger sus impresiones respecto al recurso didáctico utilizado, el juego de empresa.

Entretanto, al grupo de control se le aplicó el Cuestionario ER-01, para conocer sus opiniones respecto a la utilización de la hoja de cálculo con números aleatorios.

En las Tablas 4.13. y 4.14. se muestran los resultados detallados de ambos sondeos.

4.4.1. Valoración del recurso utilizado

En la Figura 4.9. tenemos los resultados agregados levantados en los Cuestionarios ER-00 y ER-01, que hacen referencia a la valoración que los alumnos dan al recurso utilizado (preguntas 2 a 6 del cuestionario).

Observamos que en todas las respuestas, los alumnos se sintieron más satisfechos con el uso del juego de empresa que con el uso de los números aleatorios.

Tabla 4.13. Resultados Desagregados por Alumno del Cuestionario ER-00 Aplicado al Grupo Experimental

Variable Dependiente	Indicador	Número de Item	Pregunta Cerrada	Alternativa de Respuesta	Puntaje Asignado (Escala Likert)	RESPUESTAS									
						Alumno Experimental 1	Alumno Experimental 2	Alumno Experimental 3	Alumno Experimental 4	Alumno Experimental 5	Alumno Experimental 6	Alumno Experimental 7	Alumno Experimental 8		
Uso del Juego de Empresa	Refuerza - Aprueba	1	¿ Usted recomendaría ésta estrategia didáctica ?	No, nada, muy mal, muy bajo	0	4	4	4	4	4	4	4	4		
				Poco, malo, bajo	1										
				Algo, regular, medio	2										
				Bastante, bueno, alto	3										
				Sí, rotundo, mucho, muy bueno, muy alto	4										
	Valora	2	2	Considera usted que el uso del Juego de Empresa le permitió aprender los conceptos del PCP según el Modelo de Teoría de Restricciones	No, nada, muy mal, muy bajo	0	4	4	4	4	4	4	4	4	
					Poco, malo, bajo	1									
					Algo, regular, medio	2									
					Bastante, bueno, alto	3									
					Sí, rotundo, mucho, muy bueno, muy alto	4									
		3	3	3	¿ Considera usted que el Juego de Empresa le permitió hacer analogías con la realidad empresarial?	No, nada, muy mal, muy bajo	0	3	4	4	3	3	4	4	4
						Poco, malo, bajo	1								
						Algo, regular, medio	2								
						Bastante, bueno, alto	3								
						Sí, rotundo, mucho, muy bueno, muy alto	4								
		4	4	4	¿ Considera usted que el Juego de Empresa le permitió practicar el análisis de problemas ?	No, nada, muy mal, muy bajo	0	4	4	4	3	3	4	4	4
						Poco, malo, bajo	1								
						Algo, regular, medio	2								
						Bastante, bueno, alto	3								
						Sí, rotundo, mucho, muy bueno, muy alto	4								
		5	5	5	¿ Considera usted que el Juego de Empresa le permitió practicar toma de decisiones ?	No, nada, muy mal, muy bajo	0	3	3	4	4	3	4	4	3
						Poco, malo, bajo	1								
						Algo, regular, medio	2								
	Bastante, bueno, alto					3									
	Sí, rotundo, mucho, muy bueno, muy alto					4									
	6	6	6	¿ Considera usted que el Juego de Empresa le permitió practicar control de resultados sobre sus decisiones ?	No, nada, muy mal, muy bajo	0	4	4	4	4	3	4	4	3	
					Poco, malo, bajo	1									
					Algo, regular, medio	2									
					Bastante, bueno, alto	3									
					Sí, rotundo, mucho, muy bueno, muy alto	4									
	Motivación	7	7	El Uso del Juego de Empresa ha hecho que el PCP según el Modelo de Teoría de Restricciones sea más fácil y ameno de aprender	No, nada, muy mal, muy bajo	0	4	4	4	4	4	4	4	4	
					Poco, malo, bajo	1									
Algo, regular, medio					2										
Bastante, bueno, alto					3										
Sí, rotundo, mucho, muy bueno, muy alto					4										
8		8	8	¿ A usted le gustó participar en el Juego ?	No, nada, muy mal, muy bajo	0	4	4	4	4	4	4	4	4	
					Poco, malo, bajo	1									
					Algo, regular, medio	2									
					Bastante, bueno, alto	3									
					Sí, rotundo, mucho, muy bueno, muy alto	4									

Tabla 4.14. Resultados desagregados por alumno del cuestionario ER-00 aplicado al Grupo de Control

Variable Dependiente	Indicador	Número de Item	Pregunta Cerrada	Alternativa de Respuesta	Puntaje Asignado (Escala Likert)	RESPUESTAS									
						Alumno Experimental 1	Alumno Experimental 2	Alumno Experimental 3	Alumno Experimental 4	Alumno Experimental 5	Alumno Experimental 6	Alumno Experimental 7	Alumno Experimental 8		
Uso del Juego de Empresa	Refuerza - Aprueba	1	¿ Usted recomendaría ésta estrategia didáctica ?	No, nada, muy mal, muy bajo	0	2	3	3	2	2	3	3	2		
				Poco, malo, bajo	1										
				Algo, regular, medio	2										
				Bastante, bueno, alto	3										
				Sí, rotundo, mucho, muy bueno, muy alto	4										
	Valora	2	2	Considera usted que el uso de números aleatorios generados en una hoja de cálculo para simular una Línea de Producción, le permitió aprender los conceptos del PCP según el Modelo de Teoría de Restricciones	No, nada, muy mal, muy bajo	0	2	2	3	2	3	2	3	3	
					Poco, malo, bajo	1									
					Algo, regular, medio	2									
					Bastante, bueno, alto	3									
					Sí, rotundo, mucho, muy bueno, muy alto	4									
		3	3	3	¿ Considera usted que el uso de números aleatorios generados en una hoja de cálculo para simular una Línea de Producción le permitió hacer analogías con la realidad empresarial?	No, nada, muy mal, muy bajo	0	2	3	3	3	3	4	3	4
						Poco, malo, bajo	1								
						Algo, regular, medio	2								
						Bastante, bueno, alto	3								
						Sí, rotundo, mucho, muy bueno, muy alto	4								
		4	4	4	Considera usted que el uso de números aleatorios generados en una hoja de cálculo para simular una Línea de Producción le permitió practicar el análisis de problemas ?	No, nada, muy mal, muy bajo	0	3	3	3	3	2	2	3	3
						Poco, malo, bajo	1								
						Algo, regular, medio	2								
						Bastante, bueno, alto	3								
						Sí, rotundo, mucho, muy bueno, muy alto	4								
		5	5	5	¿ Considera usted que el uso de números aleatorios generados en una hoja de cálculo para simular una Línea de Producción le permitió practicar toma de decisiones ?	No, nada, muy mal, muy bajo	0	3	3	3	4	3	3	4	3
						Poco, malo, bajo	1								
						Algo, regular, medio	2								
						Bastante, bueno, alto	3								
						Sí, rotundo, mucho, muy bueno, muy alto	4								
		6	6	6	¿ Considera usted que el uso de números aleatorios generados en una hoja de cálculo para simular una Línea de Producción le permitió practicar control de resultados sobre sus decisiones ?	No, nada, muy mal, muy bajo	0	2	2	2	2	3	3	2	3
						Poco, malo, bajo	1								
						Algo, regular, medio	2								
Bastante, bueno, alto						3									
Sí, rotundo, mucho, muy bueno, muy alto	4														
Motivación	7	7	El Uso de números aleatorios generados en una hoja de cálculo para simular una Línea de Producción ha hecho que el PCP según el Modelo de Teoría de Restricciones sea más fácil y ameno de aprender	No, nada, muy mal, muy bajo	0	2	2	2	3	2	3	3	3		
				Poco, malo, bajo	1										
				Algo, regular, medio	2										
				Bastante, bueno, alto	3										
				Sí, rotundo, mucho, muy bueno, muy alto	4										
	8	8	8	¿ A usted le gustó participar en ésta simulación con números aleatorios ?	No, nada, muy mal, muy bajo	0	3	3	3	2	2	2	3	3	
					Poco, malo, bajo	1									
					Algo, regular, medio	2									
					Bastante, bueno, alto	3									
					Sí, rotundo, mucho, muy bueno, muy alto	4									

En particular ante la pregunta de si han aprendido a Planear y Controlar la Producción, el grupo experimental quedó muy satisfechos logrando una aprobación promedio de 4 (puntuación más alta en la escala de Likert), versus un 2.5 de aprobación de los alumnos que utilizaron hojas de cálculo. Por otro lado vemos que ante la pregunta de si el recurso utilizado los ayuda a practicar la toma de decisiones, las respuestas de ambos grupos fueron más parejas: 3.5 versus 3.25 en el grupo experimental y grupo de control respectivamente.

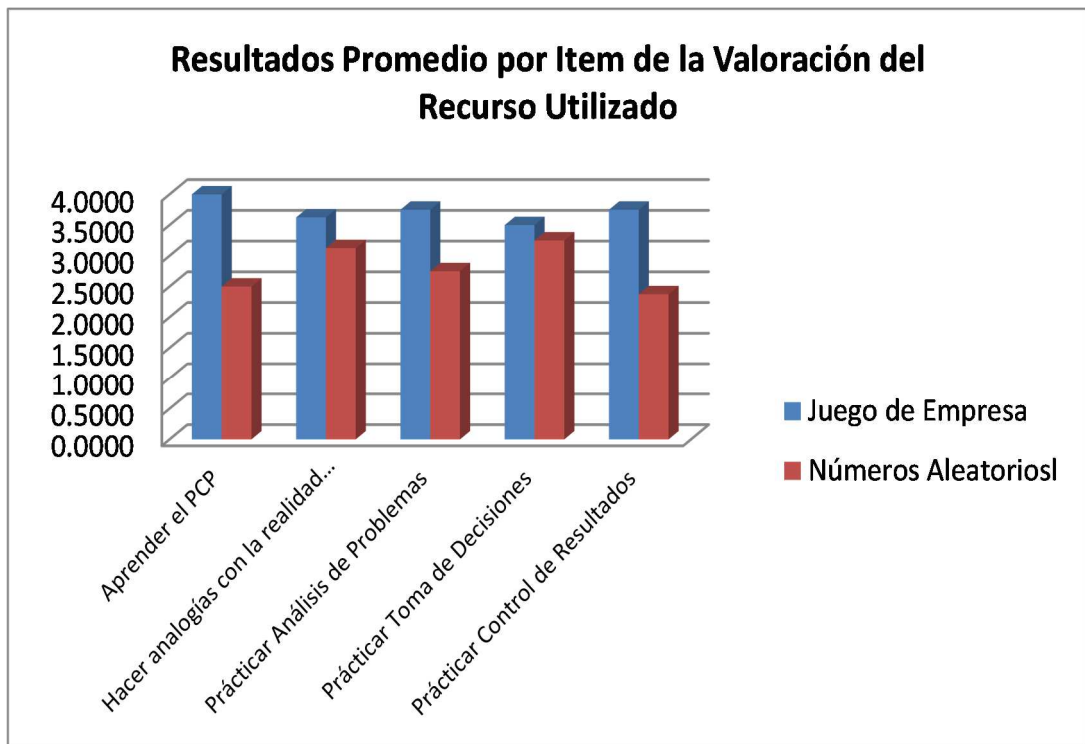


Figura 4.9. Resultados sobre la valoración del recurso utilizado

La Figura 4.10. muestra la puntuación global en cuanto a valoración que obtiene cada recurso, 3.725 para el juego propuesto versus 2.8 para la hoja de cálculo con números aleatorios.

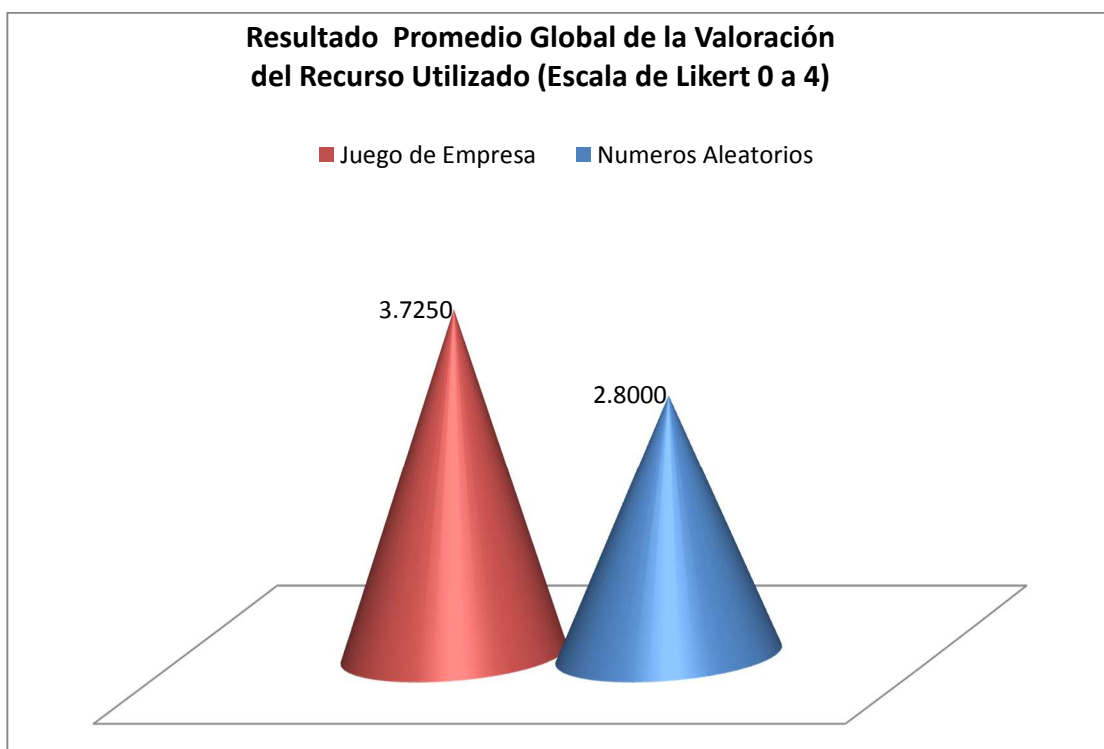


Figura 4.10. Resultados globales sobre la valoración del recurso utilizado

Por otro lado las Figuras 4.11. y 4.12. podemos observar la valoración de ambos recursos bajo una escala cualitativa. El 72% consideró al juego de empresa como un recurso muy bueno en su aprendizaje, mientras que solo un 10% calificó de muy bueno el recurso hoja de cálculo con números aleatorios.

Observamos también que ningún alumno calificó de regular el juego de empresa, mientras que el 30% de las respuestas dieron éste nivel a la hoja de cálculo.

**Resultados Porcentuales sobre Valoración del
Juego de Empresa**

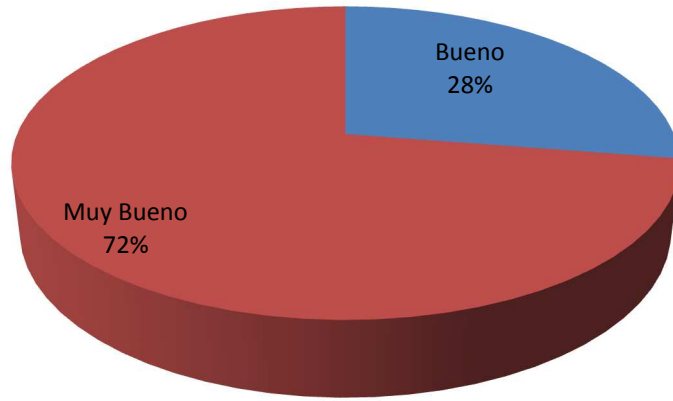


Figura 4.11. Resultados sobre la valoración del juego de empresa sobre un universo de 40 respuestas recogidas en el Cuestionario ER-00

**Resultados Porcentuales sobre Valoración de los Números
Aleatorios**

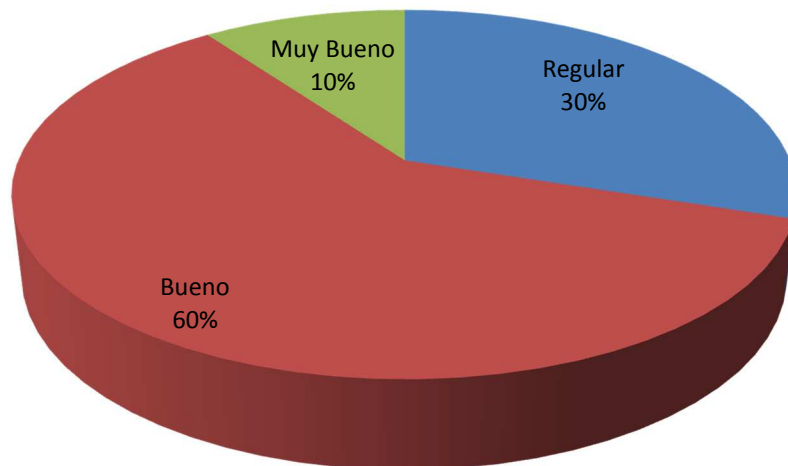


Figura 4.12. Resultados sobre la valoración de los números aleatorios sobre un universo de 40 respuestas recogidas en el Cuestionario ER-01

4.4.2. Motivación del recurso utilizado

La Figura 4.13. resume los resultados agregados levantados en los Cuestionarios ER-00 y ER-01, que hacen referencia a cuán motivados se sintieron los alumnos con la utilización de cada recurso (respuestas a las preguntas 7 y 8).

Los alumnos del grupo experimental expresaron con un puntaje de 4 (el más alto en la escala de Likert), que se les hizo más ameno aprender a Planear y Controlar la Producción utilizando el juego propuesto en ésta investigación y también dieron un puntaje de 4 para expresar que les gustó usar el juego. Ya los alumnos del grupo de control dieron un puntaje de 2.5 respecto a cuán ameno resultó el aprendizaje del planeamiento y control de la producción utilizando hojas de cálculo. Asimismo, calificaron con un puntaje de 2.625 al gusto que sintieron en la utilización de las hojas de cálculo.

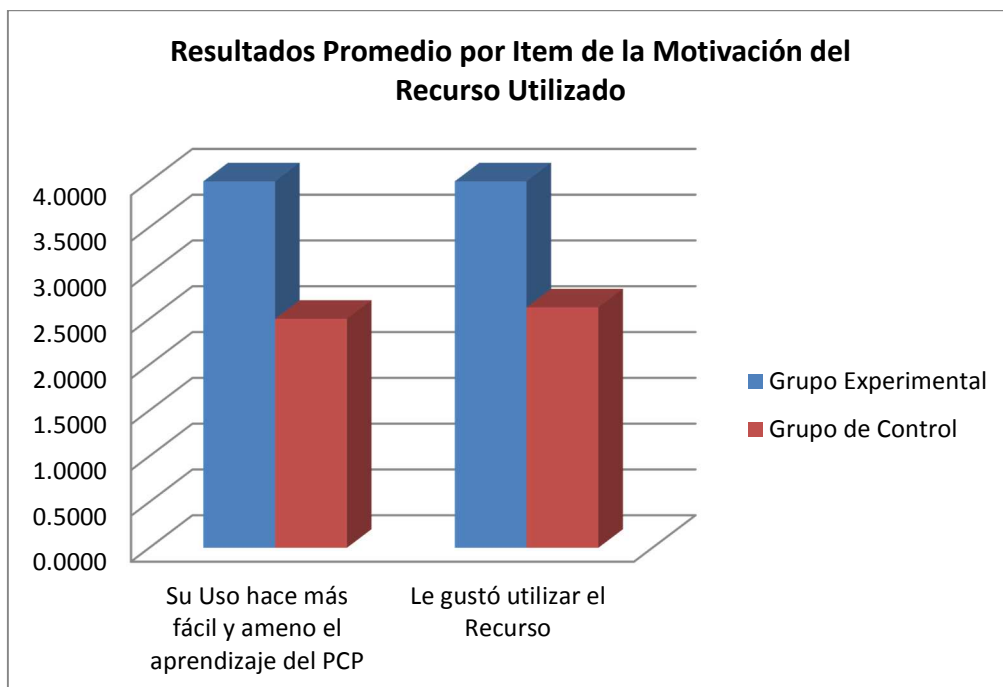


Figura 4.13. Resultados sobre la motivación del recurso utilizado

Los resultados de la Figura 4.14. muestran una puntuación global en cuanto a la motivación que genera cada recurso en el aprendizaje del Planeamiento y Control de la Producción. Observamos un resultado contundente de 4.00 para el juego propuesto versus un 2.5625 para la hoja de cálculo.

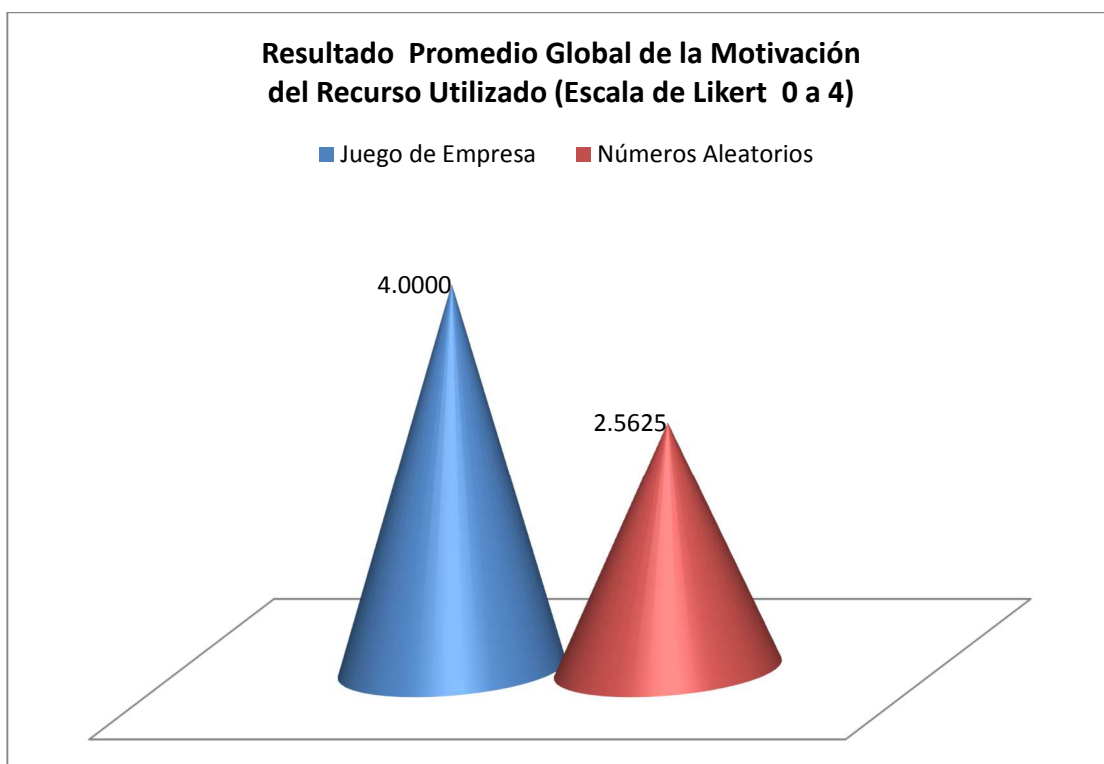


Figura 4.14. Resultados globales sobre la motivación del recurso utilizado

En las Figuras 4.15. y 4.16. observamos que el 100% de los alumnos consideraron al juego de empresa como un recurso muy bueno en cuanto a motivación.

Sin embargo ningún alumno calificó de muy bueno a las hojas de cálculo, e incluso un 44% opinaron que es un recurso regular para motivar el aprendizaje del Planeamiento y Control de la Producción.

Resultados Porcentuales sobre Motivación del Juego de Empresa

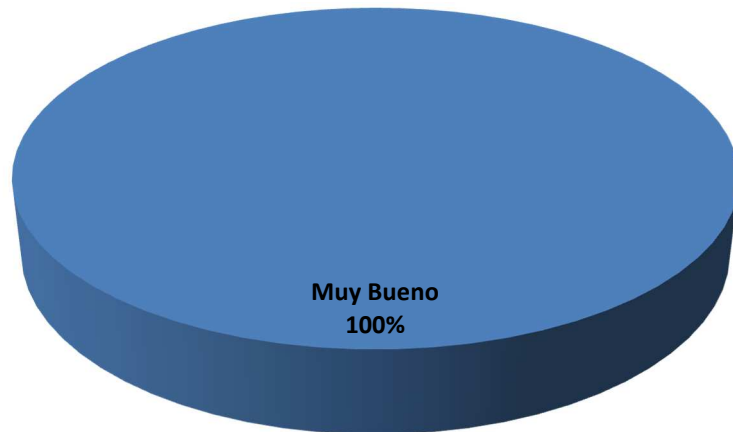


Figura 4.15. Resultados sobre la motivación del juego de empresa sobre un universo de 16 respuestas recogidas en el Cuestionario ER-00

Resultados Porcentuales sobre Motivación de los Números Aleatorios

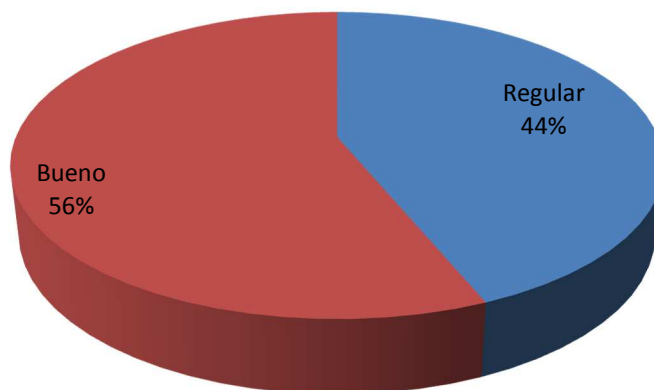


Figura 4.16. Resultados sobre la motivación de los números aleatorios sobre un universo de 16 respuestas recogidas en el Cuestionario ER-01

4.4.3. Aprobación del recurso utilizado

La Figura 4.17. muestra que los alumnos del grupo experimental recomendarían plenamente el uso del juego, dado que todos dieron la nota máxima de 4 a ésta pregunta. Ya una nota de 2.5 describe el grado de recomendación de los números aleatorios por parte del grupo de control.

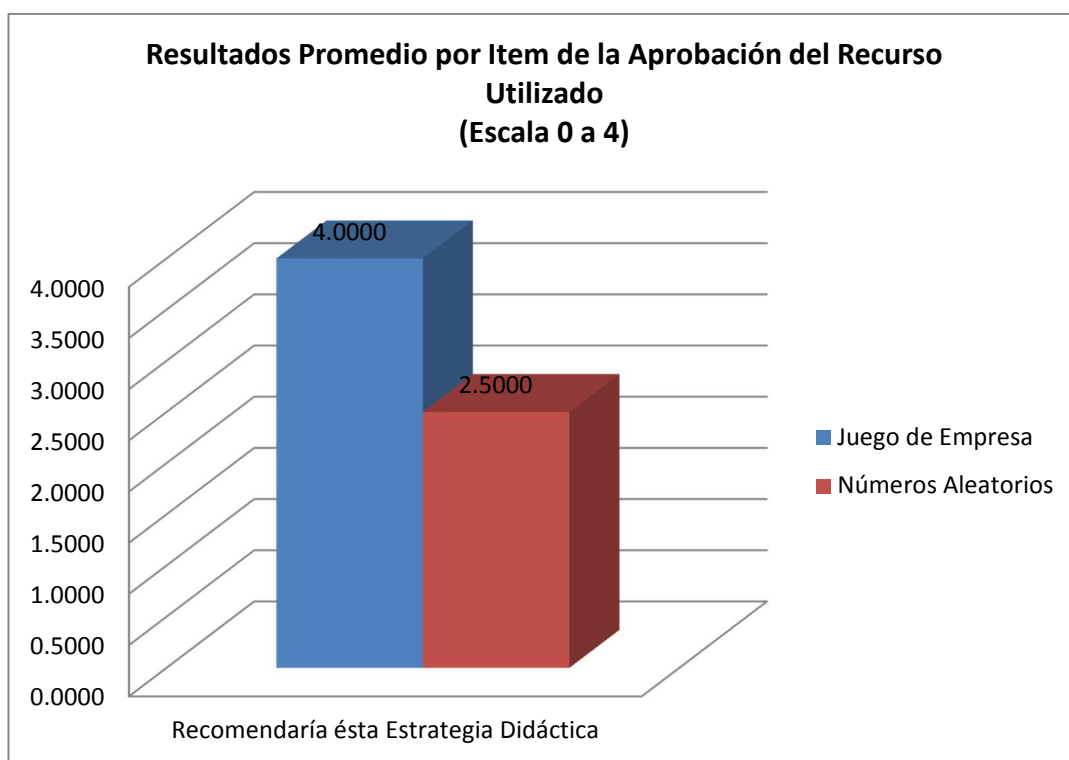


Figura 4.17. Resultados sobre la recomendación del recurso utilizado.

Las Figuras 4.18 y 4.19. muestran que los alumnos del grupo experimental aprobaron plenamente el uso del Juego, dado que todos dieron la nota máxima de 4 a ésta pregunta.

Ya un 50% de los alumnos del grupo de control aprobaron los números aleatorios como recurso didáctico considerándolo bueno; y 50% le dio una aprobación de regular.



Figura 4.18. Resultados sobre la aprobación del juego de empresa sobre un universo de 8 respuestas recogidas en el Cuestionario ER-00

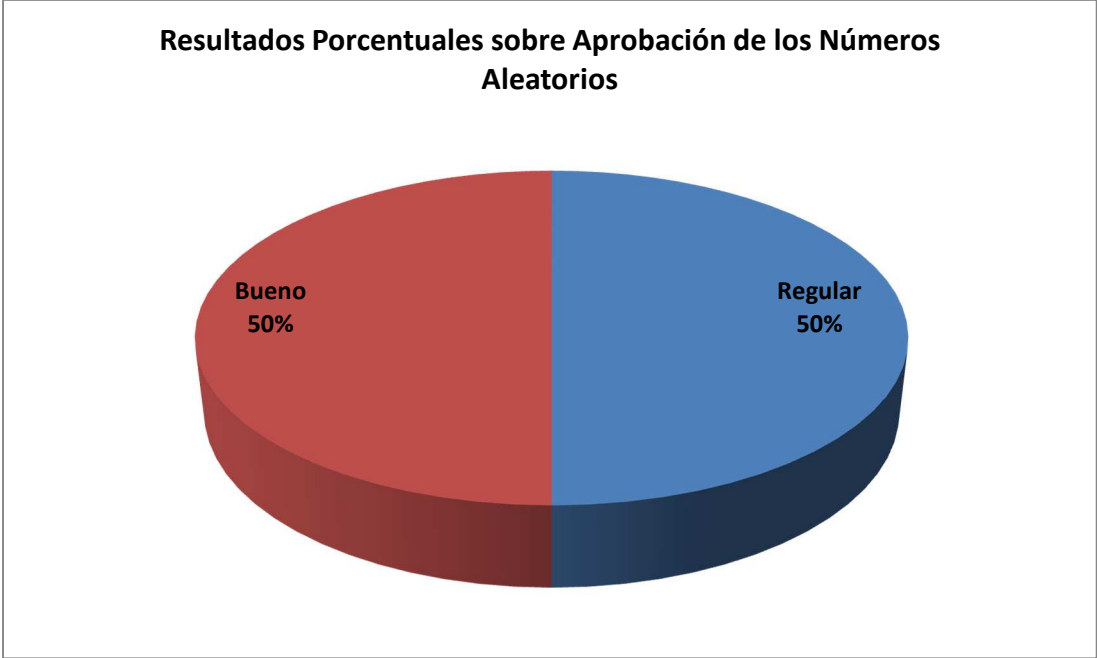


Figura 4.19. Resultados sobre la aprobación del juego de empresa sobre un universo de 8 respuestas recogidas en el Cuestionario ER-01

4.4.4. Prueba de hipótesis de la valoración del recurso utilizado

En éste apartado se prueba mediante la estadística inferencial si los alumnos valoran más el recurso juego de empresa cuando se entrenan para aprender a Planear y Controlar la Producción según el Modelo de Teoría de Restricciones.

a) Datos

Se tomaron como datos los mostrados en la Tabla 4.15. que corresponden a las medias de las notas recogidas en los cuestionarios ER-00 y ER-01 aplicados al grupo experimental y el grupo de control.

Tabla 4.15. Resultados Agregados de la Valoración de los Recursos Utilizados

Pregunta N°	Indicador	Grupo Experimental (Utilizó el Juego Propuesto)		Grupo de Control (Utilizó Números Aleatorios)	
		Promedio	Desviación Estándar	Promedio	Desviación Estándar
1	Refuerza / Aprueba	4.0000	0.0000	2.5000	0.5345
2	Valora	4.0000	0.0000	2.5000	0.5345
3		3.6250	0.5175	3.1250	0.6409
4		3.7500	0.4629	2.7500	0.4629
5		3.5000	0.5345	3.2500	0.4629
6		3.7500	0.4629	2.3750	0.5175
7	Motivación	4.0000	0.0000	2.5000	0.5345
8		4.0000	0.0000	2.6250	0.5175

Nota:

- ▶ Los Resultados del Grupo Experimental se recogieron mediante el instrumento ER-00.
- ▶ Los Resultados del Grupo de Control se recogieron mediante el instrumento ER-01.
- ▶ Las Medias de las notas están en una escala de Likert que va de CERO a CUATRO

b) Detalle del procedimiento de validación de hipótesis

b.1) Aplicación del Test de Fischer o Prueba F

Esta distribución de probabilidad se usa como estadística de prueba para probar si dos muestras provienen de poblaciones que poseen varianzas iguales.

Dado que en nuestro caso no se conocían las varianzas de las notas obtenidas en la valoración del recurso utilizado tanto del grupo experimental como del grupo de control, aplicamos el test de Fisher para analizar cómo son éstas varianzas.

b.1.1) Formulación de hipótesis:

✓ H_0 : Las varianzas del grupo experimental y del grupo de control son iguales.

$$H_0 = \sigma^2_{\text{ValoraciónRecursoG.Exper}} = \sigma^2_{\text{ValoraciónRecursoG.Control}}$$

✓ H_a : Las varianzas del grupo experimental y del grupo de control son diferentes.

$$H_a = \sigma^2_{\text{ValoraciónRecursoG.Exper}} \neq \sigma^2_{\text{ValoraciónRecursoG.Control}}$$

b.1.2.) Nivel de significación:

✓ $\alpha = 0.05$ (Corresponde a la máxima probabilidad de rechazar la hipótesis nula, siendo ésta verdadera).

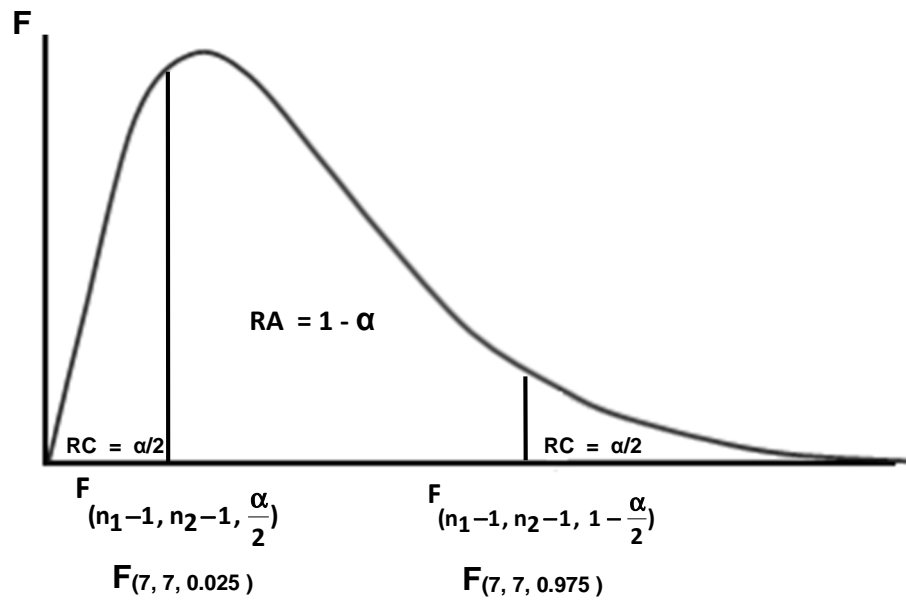
b.1.3.) Estadístico de Prueba:

✓ F de Fisher $\rightarrow F_0 = \frac{s^2_{\text{GrupoExperimental}}}{s^2_{\text{GrupodeControl}}}$

b.1.4.) Región crítica y regla de decisión:

✓ Región Crítica (RC): Se Rechaza Hipótesis Nula si:

$$F_0 \leq F_{(n_1-1, n_2-1, \frac{\alpha}{2})} \quad \text{ó} \quad F_0 \geq F_{(n_1-1, n_2-1, 1-\frac{\alpha}{2})}$$



b.1.5.) Procedimiento de solución utilizando Minitab16

```

03/06 15:43:54
Bienvenido a Minitab, presione F1 para obtener ayuda.

Prueba e IC para dos varianzas: Grupo Experimental, Grupo de Control

Método
Hipótesis nula      Sigma(Grupo Experimental) / Sigma(Grupo de Control) = 1
Hipótesis alterna  Sigma(Grupo Experimental) / Sigma(Grupo de Control) not = 1
Nivel de significancia Alfa = 0.05

Estadísticas
Variable      N  Desv.Est.  Varianza
Grupo Experimental  8    0.200    0.040
Grupo de Control   8    0.320    0.102

Relación de desviaciones estándar = 0.624
Relación de varianzas = 0.390

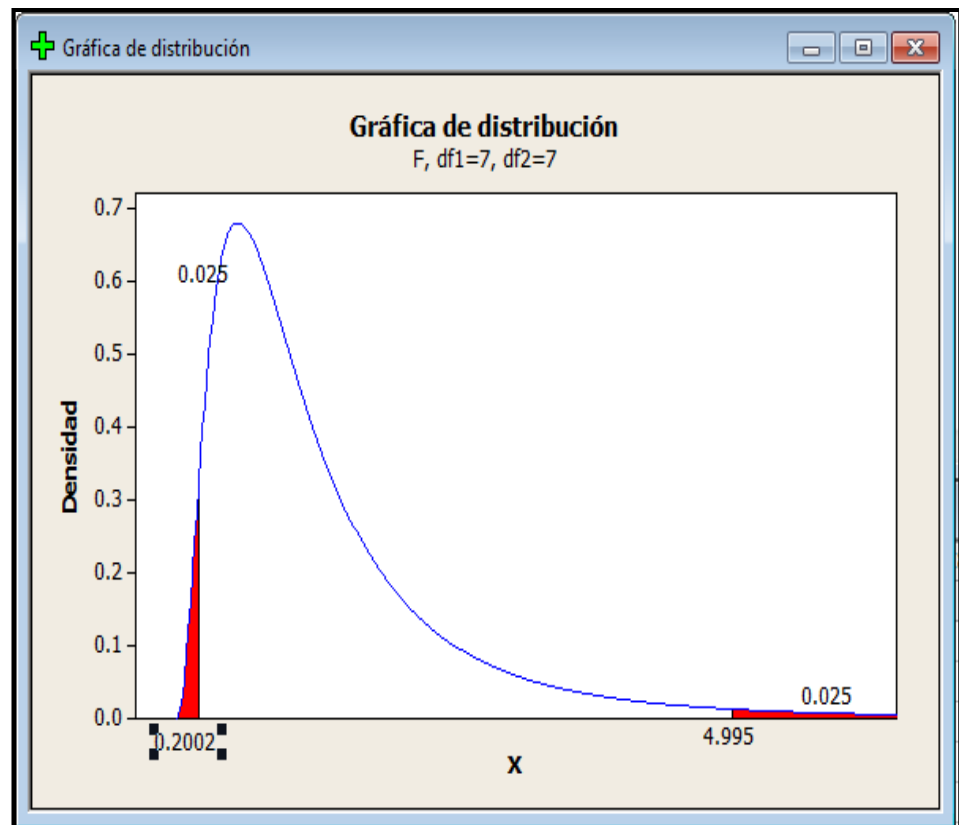
Intervalos de confianza de 95%

Distribución      IC para      IC para
de los datos      relación de  relación de
                   Desv.Est.   varianza
Normal            (0.279, 1.395) (0.078, 1.946)
Continuo          (0.331, 3.875) (0.110, 15.018)

Pruebas

Método      GL1  GL2  Estadística de prueba  Valor P
Prueba F (normal)      7    7    0.39    0.237
Prueba de Levene (cualquiera continua)  1   14    0.44    0.517

```



b.1.6.) Valor de la Estadístico de prueba

$$F_0 = \frac{s_{\text{GrupoExperimental}}^2}{s_{\text{GrupodeControl}}^2} = \frac{0.2^2}{0.320^2} = 0.39$$

b.1.7.) Decisión y conclusión

- ✓ Como $F_0 = 0.39 \in RA$, entonces se aceptó la hipótesis nula, al 5% de error, es decir: “No existen diferencias reales en las varianzas de las notas de los grupos experimental y de control”.

b.2) Prueba de hipótesis

b.2.1.) Tipo de prueba:

- ✓ Prueba de hipótesis de cola superior, para la diferencia de dos medias, con varianzas conocidas y muestras independientes.

b.2.2.) Enunciado de las hipótesis

- ✓ **Hipótesis nula (H_0)** → “No hay diferencia en la valoración del recurso utilizado cuando los alumnos se entrenan para aprender a Planear y Controlar la Producción según el Modelo de Teoría de Restricciones.
- ✓ **Hipótesis alternativa (H_a)** → “Los alumnos valoran más el recurso juego de empresa cuando se entrenan para aprender a Planear y Controlar la Producción según el Modelo de Teoría de Restricciones”

b.2.3.) Formulación de hipótesis:

- ✓ $H_0: \mu_{\text{GrupoExperimental}} = \mu_{\text{Grupo de Control}}$
- ✓ $H_a: \mu_{\text{GrupoExperimental}} > \mu_{\text{Grupo de Control}}$

b.2.4.) Nivel de Significación:

- ✓ $\alpha = 0.05$ (Corresponde a la máxima probabilidad de rechazar la hipótesis nula, siendo ésta verdadera).

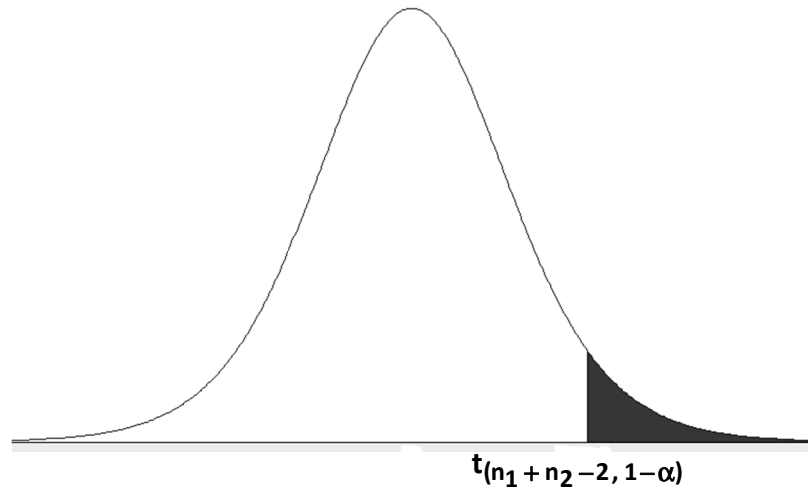
b.2.5.) Estadístico de prueba:

- ✓ t Student para datos no pareados

$$t_0 = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

b.2.6.) Región crítica y regla de decisión:

- ✓ Región Crítica: $RC = t_{(n_1+n_2-2, 1-\alpha)} = t(14, 0.95) =$
Rechazar si $t_0 \in RC$



b.2.7.) Procedimiento de solución utilizando Minitab16

03/06 16:29:53

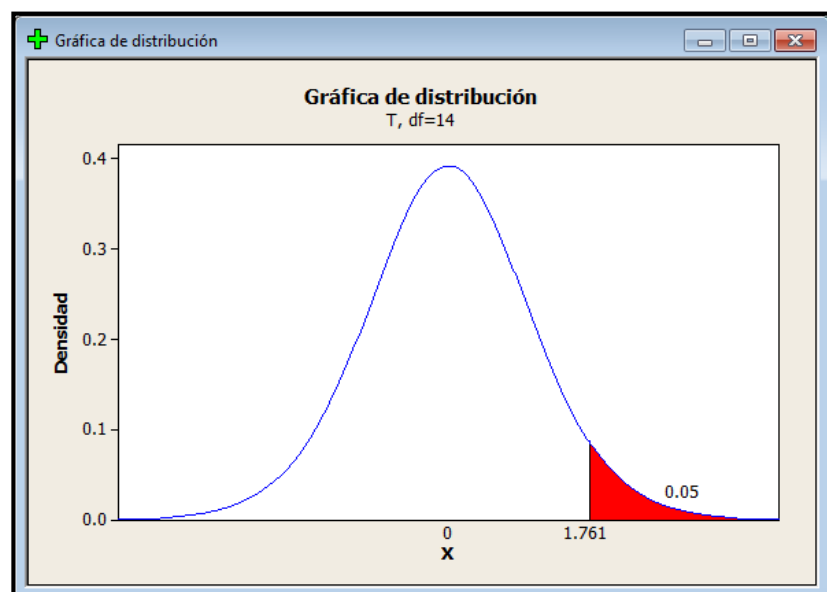
Bienvenido a Minitab, presione F1 para obtener ayuda.

Prueba T e IC de dos muestras: Grupo Experimental, Grupo de Control

T de dos muestras para Grupo Experimental vs. Grupo de Control

	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Grupo Experimental	8	3.828	0.200	0.071
Grupo de Control	8	2.703	0.320	0.11

Diferencia = μ (Grupo Experimental) - μ (Grupo de Control)
 Estimado de la diferencia: 1.125
 Límite inferior 95% de la diferencia: 0.890
 Prueba T de diferencia = 0 (vs. >): Valor T = 8.44 Valor P = 0.000 GL = 14
 Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 0.2667



b.2.8.) Valor del estadístico de prueba

$$t_0 = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} = \frac{3.828 - 2.703}{0.2667 \sqrt{\frac{1}{8} + \frac{1}{8}}} = 8.44$$

b.2.9.) Decisión y conclusión

- ✓ Como $t_0 = 8.88$ pertenece a la Región Crítica (RC), entonces se rechazó la hipótesis nula, aceptándose por tanto la hipótesis alternativa al 5% de error, es decir: “Los alumnos valoraron más el recurso juego de empresa cuando se entrenaron para aprender a Planear y Controlar la Producción según el Modelo de Teoría de Restricciones”.

4.5. Resultados para evaluar la validez del paradigma de planificación.

En el marco de la descripción problemática que justifica la importancia de ésta Tesis, se señaló y afirmó que hay un paradigma que aún arrastran muchas personas y empresas, respecto a que planificando bien la capacidad o los recursos necesarios, los resultados reales de producción están garantizados.

Se demostró en el experimento N^o1, que éste paradigma no tiene sustento, pues por mejor planeado que estén los recursos, si no hay control en el flujo de producción, no se alcanzan o logran los resultados planeados.

Aprovechando los datos recogidos en ésta investigación, se evaluó si efectivamente los alumnos están convencidos de este paradigma, para lo cual se hicieron varias pruebas de proporciones. Como sabemos, el objetivo de una prueba de proporciones de dos muestras independientes es

comparar estadísticamente las proporciones asociadas con dos poblaciones. Nuestras pruebas de proporciones compararon si no hay diferencias significativas en ambos grupos (el experimental y el de control).

Por tanto se recogió y procesó las respuestas de las Pre-Pruebas del experimento N^o 1 de ambos grupos y a continuación se muestran los resultados.

4.5.1. Prueba de proporciones para las eficiencias

a) Datos obtenidos

Tabla 4.16. Resultados de la Pre-Prueba S1-00 relacionados a las Eficiencias

	¿ Espera que la Eficiencia Real de la Línea sea Igual a la Planeada ?							
	Alumno 1	Alumno 2	Alumno 3	Alumno 4	Alumno 5	Alumno 6	Alumno 7	Alumno 8
Grupo Experimental	SI	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI
Grupo de Control	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI

Nota:
 ▶ La PrePrueba S1-00 se aplicó a ambos Grupos antes de la Ejecución del Experimento N^o1.

b) Detalle del procedimiento

b.1) Tipo de prueba:

- ✓ Prueba de Proporciones para dos Muestras Independientes.

b.2) Enunciado de las hipótesis

- ✓ **Hipótesis nula (H₀)** → “No hay diferencia entre las proporciones de los alumnos que esperan que habiendo planeado capacidad de los recursos, la Eficiencia Real sea igual a la Eficiencia Planeada de la línea de producción”

- ✓ **Hipótesis alternativa (H_a)** → “Si hay diferencia entre las proporciones de los alumnos que esperan que habiendo planeado capacidad de los recursos, la Eficiencia Real sea igual a la Eficiencia Planeada de la línea de producción”

b.3) Formulación de hipótesis:

- ✓ $H_0: \pi_{\text{Experimental}} = \pi_{\text{Control}}$
- ✓ $H_a: \pi_{\text{Experimental}} \neq \pi_{\text{Control}}$

b.4) Nivel de significación:

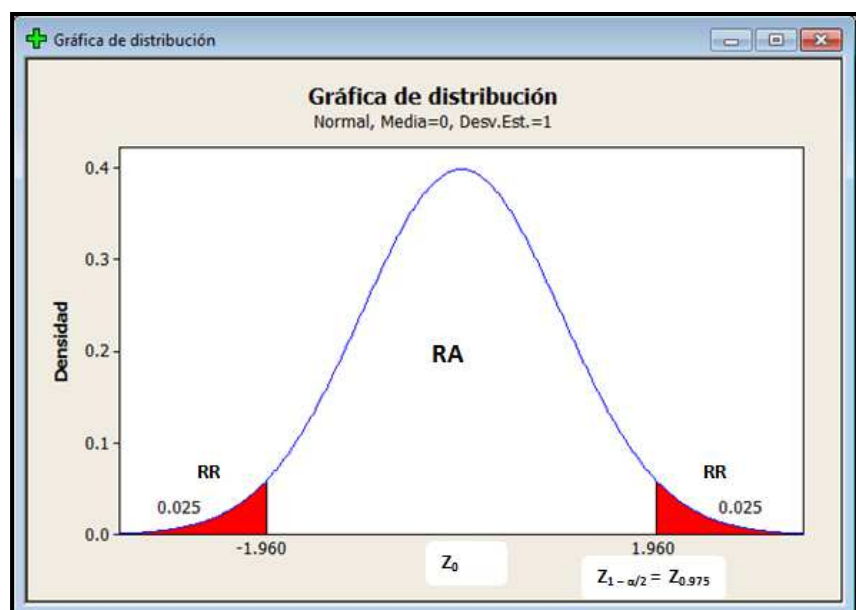
- ✓ $\alpha = 0.05$ (Corresponde a la máxima probabilidad de rechazar la hipótesis nula, siendo ésta verdadera).

b.5) Estadístico de Prueba:

$$Z_0 = \frac{P_E - P_C}{\sqrt{\frac{P_E (1 - P_E)}{n_E} + \frac{P_C (1 - P_C)}{n_C}}}$$

b.6) Región crítica y regla de decisión:

- ✓ Aceptar H_0 si $Z_0 \in RA$



b.7) Procedimiento de solución utilizando Minitab16

```

_____ 05/06 14:49:12 _____
Bienvenido a Minitab, presione F1 para obtener ayuda.

Prueba e IC para dos proporciones

Muestra  X  N  Muestra p
1         6  8  0.750000
2         5  8  0.625000

Diferencia = p (1) - p (2)
Estimado de la diferencia: 0.125
IC de 95% para la diferencia: (-0.325085, 0.575085)
Prueba para la diferencia = 0 vs. no = 0: Z = 0.54 Valor P = 0.586

```

b.8) Valor del estadístico de prueba

$$Z_0 = \frac{0.75 - 0.625}{\sqrt{\frac{0.75(1-0.75)}{8} + \frac{0.625(1-0.625)}{8}}} = 0.54$$

b.9) Decisión y conclusión

- ✓ Como $Z_0 = 0.54 \in RA$, entonces se acepta la hipótesis nula, es decir: “No hay diferencia significativa entre las proporciones de los alumnos que esperan que habiendo planeado la capacidad de los recursos, la Eficiencia Real sea igual a la Eficiencia Planeada de la línea de producción”, al 5% de error.

4.5.2. Prueba de proporciones para la producción

a) Datos obtenidos

Tabla 4.17. Resultados de la Pre-Prueba S1-00 relacionados a la Producción

	Alumno 1	Alumno 2	Alumno 3	Alumno 4	Alumno 5	Alumno 6	Alumno 7	Alumno 8
Grupo Experimental	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI
Grupo de Control	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI

Nota:
 ▶ La PrePrueba S1-00 se aplicó a ambos Grupos antes de la Ejecución del Experimento N°1.

b) Detalle del procedimiento

b.1) Tipo de prueba:

- ✓ Prueba de proporciones para dos muestras independientes.

b.2) Enunciado de las hipótesis

- ✓ **Hipótesis nula (H_0)** → “No hay diferencia entre las proporciones de los alumnos que esperan que habiendo planeado capacidad de los recursos, la producción real sea igual a la producción planeada de la línea de producción”
- ✓ **Hipótesis alternativa (H_a)** → “Sí hay diferencia entre las proporciones de los alumnos que esperan que habiendo planeado capacidad de los recursos, la producción real sea igual a la producción planeada de la línea de producción”

b.3) Formulación de hipótesis:

- ✓ $H_0: \pi_{\text{Experimental}} = \pi_{\text{Control}}$
- ✓ $H_a: \pi_{\text{Experimental}} \neq \pi_{\text{Control}}$

b.4) Nivel de significación:

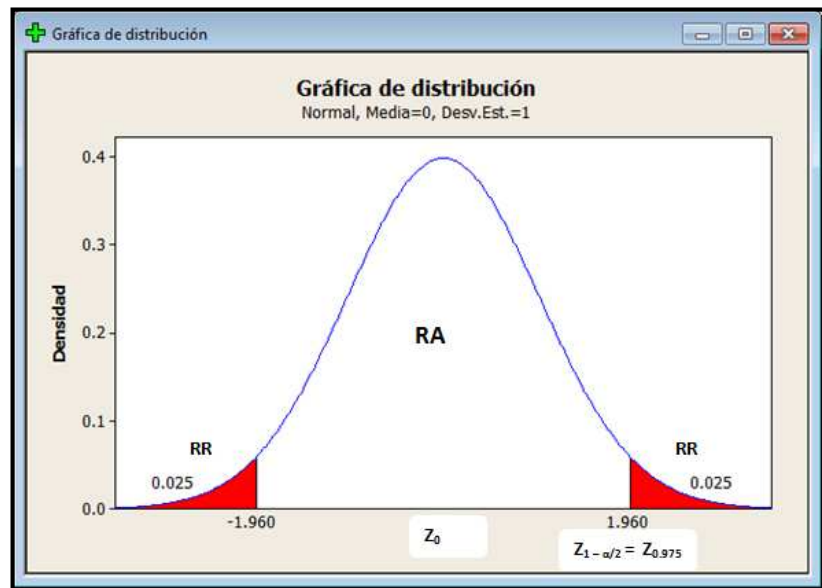
- ✓ $\alpha = 0.05$ (Corresponde a la máxima probabilidad de rechazar la hipótesis nula, siendo ésta verdadera).

b.5) Estadístico de prueba:

$$Z_0 = \frac{P_E - P_C}{\sqrt{\frac{P_E (1 - P_E)}{n_E} + \frac{P_C (1 - P_C)}{n_C}}}$$

b.6) Región crítica y regla de decisión:

✓ Aceptar H_0 si $Z_0 \in RA$



b.7) Procedimiento de solución utilizando Minitab16

05/06 15:19:09

Bienvenido a Minitab, presione F1 para obtener ayuda.

Prueba e IC para dos proporciones

Muestra	X	N	Muestra p
1	6	8	0.750000
2	7	8	0.875000

Diferencia = p (1) - p (2)
Estimado de la diferencia: -0.125
IC de 95% para la diferencia: (-0.502563, 0.252563)
Prueba para la diferencia = 0 vs. no = 0: Z = -0.65 Valor P = 0.516

b.8) Valor del estadístico de prueba

$$Z_0 = \frac{0.75 - 0.875}{\sqrt{\frac{0.75(1-0.75)}{8} + \frac{0.875(1-0.875)}{8}}} = -0.65$$

b.9) Decisión y conclusión

✓ Como $Z_0 = -0.65 \in RA$, entonces se acepta la hipótesis nula, es decir: "No hay diferencia entre las proporciones"

de los alumnos que esperan que habiendo planeado la capacidad de los recursos, la producción real sea igual a la producción planeada de la línea de producción”, al 5% de error.

4.5.3. Prueba de proporciones para el lead time

a) Datos obtenidos

Tabla 4.18. Resultados de la Pre-Prueba S1-00 relacionados al Lead Time

	Alumno 1	Alumno 2	Alumno 3	Alumno 4	Alumno 5	Alumno 6	Alumno 7	Alumno 8
Grupo Experimental	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI
Grupo de Control	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI

Nota:
 ▶ La PrePrueba S1-00 se aplicó a ambos Grupos antes de la Ejecución del Experimento N°1.

b) Detalle del procedimiento

b.1) Tipo de prueba:

- ✓ Prueba de proporciones para dos muestras independientes.

b.2) Enunciado de las hipótesis

- ✓ **Hipótesis nula (H_0)** → “No hay diferencia entre las proporciones de los alumnos que esperan que habiendo planeado capacidad de los recursos, el Lead Time Real sea igual al Lead Time Planeado de la línea de producción”
- ✓ **Hipótesis alternativa (H_a)** → “No hay diferencia entre las proporciones de los alumnos que esperan que habiendo planeado capacidad de los recursos, el Lead

Time Real sea igual al Lead Time Planeado de la línea de producción”

b.3) Formulación de hipótesis:

- ✓ $H_0: \pi_{\text{Experimental}} = \pi_{\text{Control}}$
- ✓ $H_a: \pi_{\text{Experimental}} \neq \pi_{\text{Control}}$

b.4) Nivel de significación:

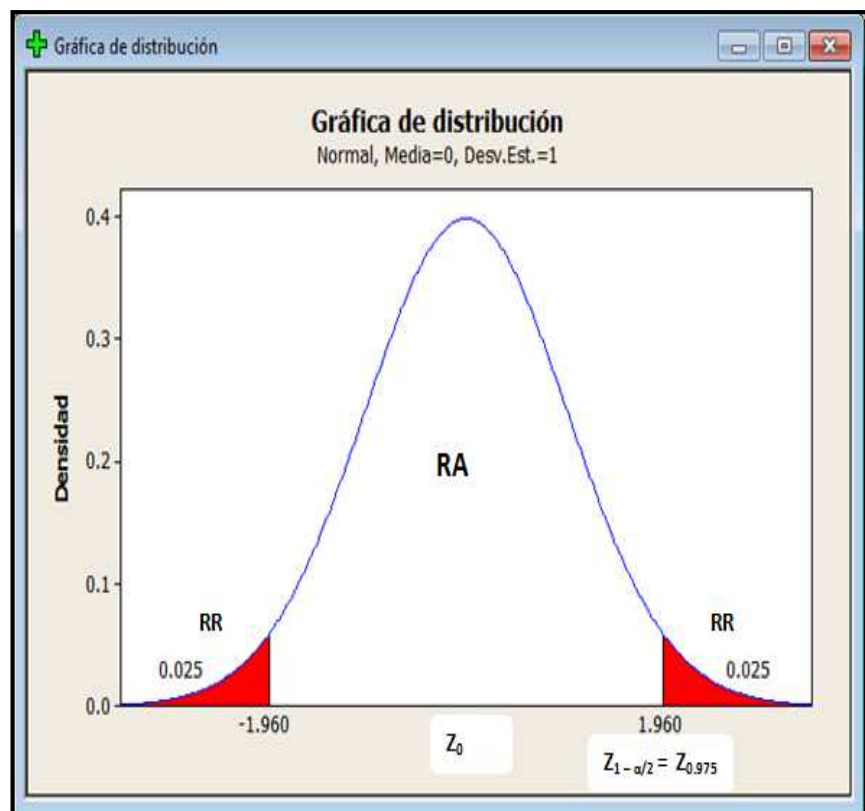
- ✓ $\alpha = 0.05$ (Corresponde a la máxima probabilidad de rechazar la hipótesis nula, siendo ésta verdadera).

b.5) Estadístico de prueba:

$$Z_0 = \frac{P_E - P_C}{\sqrt{\frac{P_E (1 - P_E)}{n_E} + \frac{P_C (1 - P_C)}{n_C}}}$$

b.6) Región crítica y regla de decisión:

- ✓ Aceptar H_0 si $Z_0 \in RA$



b.7) Procedimiento de solución utilizando Minitab16

05/06 15:28:51

Bienvenido a Minitab, presione F1 para obtener ayuda.

Prueba e IC para dos proporciones

Muestra	X	N	Muestra p
1	6	8	0.750000
2	7	8	0.875000

Diferencia = p (1) - p (2)

Estimado de la diferencia: -0.125

IC de 95% para la diferencia: (-0.502563, 0.252563)

Prueba para la diferencia = 0 vs. no = 0: Z = -0.65 Valor P = 0.516

b.8) Valor del estadístico de prueba

$$Z_0 = \frac{0.75 - 0.875}{\sqrt{\frac{0.75(1-0.75)}{8} + \frac{0.875(1-0.875)}{8}}} = -0.65$$

b.9) Decisión y conclusión

- ✓ Como $Z_0 = -0.65 \notin RA$, entonces se acepta la hipótesis nula, es decir: “No hay diferencia entre las proporciones de los alumnos que esperan que habiendo planeado la capacidad de los recursos, el Lead Time Real sea igual al Lead Time Planeado de la línea de producción”, al 5% de error.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Tras la exposición y análisis de resultados realizado en el capítulo anterior, se describe a continuación los corolarios de nuestra investigación, y se comentan los hallazgos obtenidos en los dos experimentos ejecutados en ésta tesis.

A la luz de los resultados obtenidos, se precisan las ventajas de utilizar el juego de empresa propuesto en ésta tesis doctoral para mejorar la enseñanza-aprendizaje del Planeamiento y Control de la Producción según el Modelo de Teoría de Restricciones, y se comparan nuestros resultados con trabajos afines realizados en ésta área, con la finalidad de contrastar si las investigaciones se refuerzan o no, de manera de poder inferir conclusiones más holísticas.

5.1. Discusión

5.1.1. Discusión del primer objetivo específico

En la Tabla 5.1., se resumen los resultados de la estadística descriptiva e inferencial que se expusieron en el capítulo anterior, y que están relacionados con el primer objetivo específico planteado en ésta

investigación. Teniendo en cuenta estos resultados inferimos las primeras conclusiones.

Tabla 5.1. Resumen de Resultados para Validar el Primer Objetivo Específico

PRIMER OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPÓTESIS ESPECÍFICA	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	Media de las Notas Antes del Experimento 1		Media de las Notas Después del Experimento 1		Resultados Prueba de Hipótesis de cola superior, para la diferencia de dos Medias, con Varianzas conocidas y Muestras Independientes
				Grupo Experimental	Grupo de Control	Grupo Experimental	Grupo de Control	
Utilizar el Juego de Empresa como recurso didáctico, para aprender en mayor grado que NO basta planificar la Capacidad Requerida de los recursos utilizados para garantizar un Plan de Producción válido y efectivo.	Si se utiliza el Juego de Empresa Propuesto entonces se aprende en mayor grado que NO basta planificar la Capacidad Requerida de los Recursos utilizados para garantizar un Plan de Producción válido y efectivo	Se aprende que no basta Planificar la Capacidad Requerida para Garantizar un Plan de Producción Válido y Efectivo	Eficiencia de la Línea de Producción	8.75	8.13	17.50	15.00	Como $t_0 = 4.45 \in$ Región Crítica (RC), entonces se rechaza la hipótesis nula, aceptándose por tanto la hipótesis alternativa al 5% de error, es decir: "Los alumnos que se entrenan en el Planeamiento y Control de la Producción utilizando el Juego de Empresa Propuesto, aprenden en mayor grado, que no basta planificar la capacidad requerida de los recursos, para garantizar un plan de producción válido y efectivo".
			Eficiencia del Centro de Trabajo	10.63	11.09	18.44	14.69	
			Lead Time Real de la Línea de Producción	9.00	8.50	17.50	3.20	
			Inventario en Proceso	9.00	8.50	16.88	7.04	
			Unidades Producidas	13.00	12.50	15.00	7.53	

Nota:

- ▶ Las Medias de las Notas antes del Experimento N° 1 se recogen en la Pre-Prueba S1-00
- ▶ Las Medias de las Notas después del Experimento N° 1 se recogen en la Pre-Prueba S1-01
- ▶ Todas las Medias de las Notas están en una Escala Vigesimal

- ✓ Si bien es cierto la estadística descriptiva a simple vista muestra que los resultados promedios de las notas después del experimento N°1, fueron favorables para el grupo experimental (el que utilizó el juego propuesto), no hemos querido apoyarnos únicamente en esos resultados, toda vez que cuantitativamente una nota puede ser mejor que otra, pero en términos reales no hay variación en el aprendizaje. Por ello, se sometió los resultados a pruebas de hipótesis para establecer conclusiones con mayor grado de confiabilidad.
- ✓ Quedó demostrado en los apartados 4.1.5. y 4.1.6. mediante pruebas de hipótesis para la diferencia de dos medias con varianzas conocidas y muestras pareadas al 5% de error, que ambos grupos, esto es, los alumnos que se entrenaron en el Planeamiento y Control de la Producción

utilizando el juego de empresa propuesto, cuanto los que se entrenaron utilizando números aleatorios, todos ellos aprendieron que no basta planificar la capacidad requerida de los recursos, para garantizar un plan de producción válido y efectivo.

- ✓ Sin embargo, en el apartado 4.1.7. mediante una prueba de hipótesis de cola superior, para la diferencia de dos medias, con varianzas conocidas y muestras independientes, quedó demostrado con un error del 5% y un $t_0 = 4.45 \in RC$, que los alumnos que se entrenan en el Planeamiento y Control de la Producción utilizando el juego de empresa propuesto, aprendieron en mayor grado, que no basta planificar la capacidad requerida de los recursos, para garantizar un plan de producción válido y efectivo.
- ✓ Es pertinente recordar que el Cuestionario Abierto S1-01, aplicado a ambos grupos al finalizar el experimento N^o1, lo que buscó es detectar si los alumnos lograron identificar las causas raíz de por qué la línea de producción no alcanzó los resultados planeados, luego de una corrida de veinte días bajo un sistema de empuje y sin control de entradas-salidas. En función a los resultados obtenidos en el instrumento S1-01, se evidenció que los alumnos que utilizaron el juego propuesto consiguieron identificar que la falta de regulación del flujo productivo era la principal causa raíz, del mal desempeño de la línea. Esto fue posible porque a lo largo de todo el juego, los alumnos pudieron ver efectos concretos que se manifestaban como resultado de la desregulación del flujo, como por ejemplo: dilatación de colas, incremento del work in process, demora de los inventarios en atravesar la línea de producción, entre otros; y

consiguieron también comprender mejor conceptos más teóricos como el fenómeno de la dependencia y variabilidad.

Ya para los alumnos que trabajaron con números aleatorios les resultó más difícil analizar la información numérica obtenida. Aunque contaban con más información en tiempo real, les era más complejo encontrar las causas raíz de los problemas; y los resultados de las pruebas así lo demuestran.

Por tanto, esto corroboraría lo sostenido por Freitas y Santos [2005], en el sentido que los juegos de empresas son herramientas que facilitan mejor el proceso de aprendizaje contribuyendo a mejorar la comprensión de asuntos abstractos.

5.1.2. Discusión del segundo objetivo específico

La Tabla 5.2. sintetiza los resultados relacionados con el segundo objetivo

Tabla 5.2. Resumen de Resultados para Validar el Segundo Objetivo Específico

SEGUNDO OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPOTESIS ESPECÍFICA	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	Post Prueba S2-01		Resultados Prueba de Hipótesis de cola superior, para la diferencia de dos Medias, con Varianzas diferentes y Muestras Independientes	
				Grupo Experimental	Grupo de Control		
Utilizar el Juego de Empresa como recurso didáctico, para aprender en mayor grado a minimizar los efectos de Dependencia y Variabilidad, reduciendo el gap entre el Plan de Producción Planeado versus el Plan de Producción Real.	Si se utiliza el Juego de Empresa propuesto, entonces se aprende en mayor grado a minimizar los efectos de dependencia y variabilidad reduciendo el gap entre el plan de producción planeado versus el plan de producción real.	Minimizar los efectos de dependencia y variabilidad reduciendo el gap entre el plan de producción planeado versus el plan de producción real	Eficiencia del Sistema de Producción	Eficiencia Real CT1	80%	77%	Como $t_0 = 4.23$ pertenece a la Región Crítica (RC), entonces se rechaza la hipótesis nula, aceptándose la hipótesis alternativa, es decir: "Los alumnos que se entrenan en el Planeamiento y Control de la Producción utilizando el Juego de Empresa Propuesto, aprenden en mayor grado, a minimizar los efectos de dependencia y variabilidad reduciendo el gap entre el plan de producción planeado y el plan de producción real".
				Eficiencia Real CT2	80%	77%	
				Eficiencia Real CT3	80%	77%	
				Eficiencia Real CT4	80%	77%	
				Eficiencia Real CT5	80%	79%	
				Eficiencia Real CT6	80%	76%	
				Eficiencia Real CT7	83%	73%	
				Eficiencia Real CT8	81%	70%	
				Eficiencia Real de la Línea	95%	85%	
<p>Nota:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Los Resultados de la Post-Prueba S2-01, registran las Eficiencias Reales logradas por cada Grupo al Finalizar el Experimento N°2 ▶ Las Eficiencias Reales están dadas en terminos porcentuales ▶ Compare el Resultado Real de la Eficiencia de la Línea con el Resultado Planeado que era de 98.21 ▶ Compare los Resultados Reales de la Eficiencia de cada Centro de Trabajo con el Planeado que era de 100% 							

- ✓ Con el experimento N^o2, se pudo verificar que los alumnos que utilizaron el juego propuesto, exhiben un conspicuo aprendizaje de la Teoría de Restricciones, porque lograron eficiencias reales que se aproximan más a las eficiencias planeadas, con lo cual acreditaron una buena programación y control de la línea de producción. Se puede apreciar en la Tabla 4.19., que la Eficiencia Real tanto de la línea de producción, cuanto las Eficiencias Reales de los ocho centros de trabajo fueron superiores a lo alcanzado por el grupo de control.
- ✓ En el apartado 4.2.3. se validó la segunda hipótesis específica de ésta investigación, lo que nos permite aseverar con un error de 5% que los alumnos que se entrenan en el Planeamiento y Control de la Producción utilizando el juego de empresa propuesto, aprendieron en mayor grado, a minimizar los efectos de dependencia y variabilidad reduciendo el gap entre el plan de producción planeado y el plan de producción real.

5.1.3. Discusión del tercer objetivo específico

La Tabla 5.3. resume los resultados relacionados con el tercer objetivo específico planteado en ésta tesis doctoral, lo que nos permite afirmar las siguientes conclusiones:

- ✓ Con el experimento N^o2, se pudo cotejar que los alumnos que utilizaron el juego propuesto, aplicaron mejor el mecanismo DBR propuesto por el Modelo TOC para planear y programar la línea de producción. Los resultados de la Tabla 4.20. muestran con claridad que luego de una corrida de producción de veinte días, el grupo experimental manufacturó 57 unidades versus las 51 fabricadas por el grupo de control.

Tabla 5.3. Resumen de Resultados para Validar el Tercer Objetivo Específico

TERCER OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPÓTESIS ESPECÍFICA	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES		Post Prueba S2-01		Resultados Prueba de Hipótesis de cola superior, para la diferencia de dos Medias, con Varianzas diferentes y Muestras Independientes
					Grupo Experimental	Grupo de Control	
Utilizar el Juego de Empresa como recurso didáctico, para aprender en mayor grado a programar efectivamente según el sistema DBR (Drum-Buffer Rope) propuesto por el	Si se utiliza el Juego de Empresa propuesto, entonces se logra en mayor grado programar efectivamente según el sistema DBR propuesto por el Modelo de Teoría de Restricciones	Programación Efectiva del Sistema DBR propuesto por el Modelo de Teoría de Restricciones	Sistema de Programación DBR	Unidades Realmente Manufacturadas por la Línea de Producción (en unidades)	57	51	Como $t_0 = 3.17$ pertenece a la Región Crítica (RC), entonces se rechaza la hipótesis nula, aceptándose por tanto la hipótesis alternativa al 5% de error, es decir: "Los alumnos que se entrenan en el Planeamiento y Control de la Producción utilizando el Juego de Empresa Propuesto, aprenden en mayor grado, a programar efectivamente según el sistema DBR propuesto por el Modelo de Teoría de Restricciones"
				Inventario en Proceso (en unidades)	37	46	
				Lead Time Real de Producción (en días)	12	14	
<p>Nota:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Los Resultados de la Post-Prueba S2-01, registran los Resultados Reales logrados por cada Grupo al Finalizar el Experimento N02 ▶ Compare los Resultados Reales de Producción de la Línea obtenidos por el Grupo Experimental y de Control, con el Resultado Planeado que era de 60 unidades ▶ Compare los Resultados Reales de Inventario en Proceso Finales de la Línea obtenidos por el Grupo Experimental y de Control, con el Inventario Inicial que era de 24 unidades. ▶ Compare los Resultados Reales del Lead Time de Producción obtenidos por el Grupo Experimental y de Control, con el Lead Time Planeado de la Línea que era de 7 días. 							

- ✓ Asimismo, el Tiempo Real que le demoró a la materia prima convertirse en producto terminado (Lead Time Real de Producción), fue de 12 días para el grupo experimental y 14 días para el grupo de control. Finalmente, el Inventario en Proceso al finalizar los veinte días de producción fue de 57 unidades para el grupo experimental versus 51 unidades para el grupo de control.
- ✓ En las Tablas 4.9. & 4.10. mostradas en el Capítulo IV de Resultados, y que corresponden a la información recogida en la Pre-Prueba S2-00, se pudo apreciar en detalle la forma en que cada grupo comprendió el sistema de programación DBR propuesto en el Modelo de Teoría de Restricciones.

En el grupo experimental seis de ocho alumnos identificaron bien los centros de trabajo que conforman la cuerda, mientras que en el grupo de

control solo 1 de 8 alumnos logró hacer lo mismo. Esto significa que el concepto de cuerda fue mucho mejor comprendido y trabajado por el grupo experimental que el grupo de control.

En el grupo experimental el 37.5% de los alumnos dimensionó muy bien los buffers, y un 50% lo hizo bien. Ya en el grupo de control solo el 37.5% de los alumnos dimensionó bien los buffers, mientras que el 62.5% lo hizo muy mal. Esto significa que el grupo el experimental cuantificó, localizó y aplicó mucho mejor el concepto del buffer que el grupo de control.

Respecto al DRUM, el 100% de los alumnos del grupo experimental manifestaron correctamente cuáles son los centros de trabajo que deben fabricar lo que manufacture el cuello de botella. Sin embargo, solo el 50% de los alumnos del grupo de control logró entender que los centros de trabajo que no trabajen a sus propias capacidades deben subordinarse al cuello de botella.

Por tanto los resultados de la estadística descriptiva registrados en la Pre-Prueba S2-00 son contundentes en relación a una mejor aplicación del sistema DBR propuesto por el Modelo de Teoría de Restricciones, por parte de los alumnos que se entrenaron con el juego propuesto.

- ✓ Cabe señalar además que luego de la aplicación de la Pre-Prueba S2-00, los alumnos tuvieron que concordar sus respuestas y definir ya en Grupo como trabajarán el DRUM-BUFFER-ROPE. Observamos por los resultados obtenidos al finalizar el experimento N^o2 (Ver Tabla 4.20.), que los alumnos que lograron más sinergia fueron los del grupo experimental. Esto no ocurrió en el grupo de control, pues la mayoría de los alumnos no tenía los conceptos claros del mecanismo DBR. Por tanto, les resultó

difícil ponerse de acuerdo y dimensionar apropiadamente inventarios, cuerdas y cuello de botella; y esto se puede palpar en los resultados reales del desempeño de la línea de producción del grupo de control.

- ✓ En el apartado 4.3.2. se validó la tercera hipótesis específica de ésta investigación, lo que nos permite aseverar con un error de 5% que los alumnos que se entrenan en el Planeamiento y Control de la Producción utilizando el juego de empresa propuesto, aprendieron en mayor grado, a programar efectivamente según el sistema DBR propuesto por el Modelo de Teoría de Restricciones.

5.1.4. Discusión sobre la valoración del recurso utilizado

- ✓ En el Capítulo IV de Resultados de ésta Tesis, apartado 4.4., advertimos que todos los indicadores utilizados para medir la opinión crítica de los alumnos respecto a los recursos empleados, se inclinaron rotundamente al juego propuesto en ésta tesis.
- ✓ Los resultados levantados en los cuestionarios ER-00, y ER-01, y resumidos en la Tabla 4.14., muestran para el indicador Aprobación, que el juego de empresa alcanzo un puntaje promedio de 4 (en una escala de Likert de 0 a 4, donde 4 expresa la puntuación máxima de aprobación), mientras que el recurso hoja de cálculo tuvo una aprobación de tan solo 2.5 puntos. Para el indicador Valoración, el resultado promedio fue de 3.725 para el juego propuesto versus 2.8 puntos para la hoja de cálculo.
- ✓ Cabe destacar que uno de los ítems evaluados para cuantificar la valoración del recurso, consistió en preguntar al alumno si el recurso utilizado le permite aprender el planeamiento y control de la producción

según el Modelo de Teoría de Restricciones. Todos los alumnos que utilizaron el juego, otorgaron puntuación máxima de 4.0 a esta pregunta, versus un puntaje de 2.5 que dieron los alumnos a la hoja de cálculo.

Por tanto, y en función a las declaraciones explícitas de los alumnos, es el juego, el recurso con el que los estudiantes sintieron que aprenden más.

- ✓ En cuanto a motivación, el juego de empresa nuevamente alcanzó una puntuación promedio máxima de 4 puntos, versus 2.5625 puntos para la hoja de cálculo.
- ✓ En el apartado 4.4.4. se hizo una prueba de hipótesis de cola superior para la diferencia de dos medias, con varianzas conocidas y muestras independientes, y se concluyó al 5% de error, que los alumnos valoraron más el recurso juego de empresa cuando se entrenan para aprender a Planear y Controlar la Producción según el Modelo de Teoría de Restricciones. Esto le otorga otro carácter a los datos descriptivos que hemos presentado en ésta tesis, pues si bien es cierto en una escala de Likert, los resultados se inclinaron al juego propuesto; en términos inferenciales, se demuestra que sí hay una diferencia sustantiva entre las notas promedio del juego y las notas promedio de las Hojas de cálculo. Por tanto, el juego de empresa sin duda es el recurso que genera una mayor motivación, aprobación y valoración por parte de los alumnos.

5.2. Conclusiones

- ✓ En el Cuestionario S1-00, previo a la ejecución del experimento N^o1 realizado en ésta investigación, al ser preguntados los alumnos, cuáles esperan que sean los resultados reales que logre la línea de producción luego de una corrida de veinte días bajo un sistema de empuje sin control

de entradas y salidas; se evidenció que todos los estudiantes, (tanto los del grupo experimental como los del grupo de control), respondieron que esperan que los resultados reales sean tal como lo planeado.

Esto corroboraría el hecho del paradigma que arrastran las personas, respecto a que consideran que planificando bien la capacidad o los recursos necesarios, los resultados reales de producción están garantizados. Los alumnos tienen ante sí una línea de producción casi perfectamente bien balanceada en términos de recursos, y supusieron (erradamente) que está garantizado que los resultados reales de la línea sean iguales a lo planeado. Sin embargo, olvidaron el marco teórico. No importa cuál sea el Modelo de Referencia que utilicemos para planear inventarios y recursos en una empresa; todos los Modelos exigen mecanismos de control del flujo de producción, pues de lo contrario todos los esfuerzos de planificación se verán diluidos y será imposible lograr el desempeño planeado del sistema productivo.

A pesar que los alumnos fueron entrenados en los conceptos de Teoría de Restricciones, cuando tienen frente a sí una línea muy bien balanceada, asumen que los resultados reales serán tan iguales que los planeados.

- ✓ En esta tesis se hicieron tres pruebas de proporciones para demostrar si efectivamente éste paradigma se manifiesta en ambos grupos, el experimental y el de control. En la primera prueba de proporciones se demuestra que no hay diferencia significativa entre las proporciones de los alumnos que esperan que habiendo planeado la capacidad de los recursos, la Eficiencia Real sea igual a la Eficiencia Planeada de la línea

de producción”, al 5% de error. En la segunda prueba de proporciones se comprueba que no hay diferencia entre las proporciones de los alumnos que esperan que habiendo planeado la capacidad de los recursos, la Producción Real sea igual a la Producción Planeada de la línea de producción, al 5% de error.

La tercera prueba de proporciones confirma que tampoco hay diferencia entre las proporciones de los alumnos que esperan que habiendo planeado la capacidad de los recursos, el Lead Time Real sea igual al Lead Time Planeado de la línea de Producción”, al 5% de error

- ✓ Estos resultados son significativos, ya que se demostró que éste paradigma está vigente en los estudiantes.
- ✓ No se ha probado en ésta Tesis, pero sí lo palpamos en nuestra experiencia profesional, que éste paradigma también está vigente en gran parte del sector manufacturero. Animamos a otros investigadores que confirmen ésta hipótesis.
- ✓ Por tanto, se considera que el uso del juego propuesto en ésta investigación contribuirá también a diluir éste paradigma, y a comprender la importancia capital que tiene la regulación del flujo de producción en los ambientes manufactureros. El juego contribuirá asimismo, a practicar, experimentar y aprender cómo se hace el control del flujo.
- ✓ Además de ser satisfactorios, los resultados de valoración y preferencia de los alumnos en el Juego propuesto, corroborarían la investigación de Lopes (2001), donde se constata sobre una muestra de 290 alumnos brasileros, que en relación a la enseñanza-aprendizaje, los alumnos se inclinan claramente por la utilización de los juegos de empresa. En la

investigación de Lopes, el 75.6% de los alumnos encuestados consideró muy importante el uso del juego en su aprendizaje y el 20.7% lo consideró importante.

- ✓ Esta investigación también coincide con los hallazgos hechos por Bastos (2010), el cual demuestra que muchos de los conceptos propios de la Teoría de Restricciones pueden ser estudiados en la sala de aula con apoyo de simuladores.

En ésta tesis, se han utilizado dos recursos, hoja de cálculo para simular el desempeño de la línea de producción con números aleatorios, y el juego de empresa para simular la línea de producción mediante un game. Se ha probado que con ambos recursos o simuladores, los alumnos aprenden. Y se ha demostrado al igual que Bastos (2010), que estos instrumentos no solo motivan significativamente a los alumnos en su proceso de aprendizaje, sino también son herramientas simples pero efectivas para enfrentar la complejidad con que los alumnos se deparan al estudiar los conceptos de ésta teoría.

- ✓ Ingo Lange (2005), en el Swiss Federal Institute of Technology ETH Zurich, hizo una investigación para aprender la Teoría de Restricciones con un juego de dados. Sus resultados al igual que nosotros, los recogió de una Escuela de Post-Grado, y probó con éxito el aprendizaje logrado con la utilización de su juego, ayudando a los estudiantes a percibir y entender mucho mejor las restricciones en los procesos productivos así como la sensibilidad de la posición del cuello de botella en el rendimiento del mecanismo DBR propio del modelo de Teoría de Restricciones. En esta investigación, podemos afirmar al igual que el Dr. Ingo Lange, que

los alumnos que utilizaron el Juego Propuesto, lograron identificar mejor el drum, las cuerdas y los buffers, y en función a ello aplicaron bastante bien el mecanismo de programación de la Teoría de Restricciones, logrando resultados muy superiores en el desempeño de la línea de producción, comparados con los alumnos del grupo de control.

Por tanto, todo ello refuerza el hecho que los alumnos que utilizan juegos de empresa para entrenarse, aprenden mejor los conceptos en los que se instruyen.

5.3. Recomendaciones

- ✓ Se ha demostrado en esta tesis doctoral que el uso del juego propuesto, no solo ha gustado, motivado y logrado amplia aprobación de los alumnos que lo utilizaron, sino principalmente ha sido un mecanismo muy efectivo en el aprendizaje del Modelo de Teoría de Restricciones.

Por ello se recomienda su uso, en ambientes académicos, tanto a nivel de pregrado y postgrado, donde se impartan cursos de Teoría de Restricciones en particular. Sin embargo el juego aplica para cursos de Gestión de Operaciones, Planeamiento y Control de la Producción, Administración Logística, entre otros; pues todos ellos planifican, programan y controlan inventarios y recursos, procesos que se simulan en el juego propuesto.

- ✓ El uso y aplicación de ésta herramienta, debería extenderse a las empresas manufactureras, pues ello les permitirá comprender todos los problemas que se desencadenan en una planta cuando no se sabe controlar el flujo de producción. Contribuirá asimismo a que detecten las causas raíz de los problemas y los ayudará a entrenarse en el Modelo de

Teoría de Restricciones. Se sugiere que utilicen ésta herramienta no solo las funciones de planeamiento y producción, sino también otras funciones de la empresa manufacturera, e incluso empresas de servicios, pues las restricciones o cuellos de botella no son exclusivos de las plantas de producción. Un proceso de facturación puede ser un cuello de botella. Un proceso de pedido del cliente puede ser un cuello de botella, un almacén puede ser un cuello de botella. Por tanto, se considera que el juego propuesto si bien es cierto simula un proceso manufacturero, es válido para aprender los conceptos básicos del manejo de una restricción; y ese aprendizaje facilitará la adecuación y modelamiento de los procesos propios del negocio.

- ✓ Se recomienda a todos aquellos que utilicen el juego, que hagan variantes con el mismo, cambiando la posición del cuello de botella o incluso las capacidades de los centros de trabajo, o introduzcan más estaciones de ensamble, con la finalidad de ver otros efectos y brindar a los que se entrenen diversos escenarios para la toma de decisiones.
- ✓ Se aconseja éste recurso, porque es haciendo que aprendemos. Y como se ha demostrado en ésta tesis aún conceptos difusos y complejos como los de Teoría de Restricciones, han sido aprendidos y asimilados con más facilidad por los alumnos que utilizaron ésta herramienta.

Se confirma en esta investigación que los juegos son recursos didácticos muy valiosos y adecuados para los procesos de aprendizaje. Me complace sobremanera poner éste producto a disposición de la comunidad docente y empresarial.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Referencias bibliográficas

- Barçante, L.C. e Pinto, F.C. (2007). *Jogos, negócios e empresas: business games*. 1ª edição. São Paulo: Qualitymark Editora.
- Christopher M. (1997). *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos*. São Paulo: Pionera.
- Cox, Blackstone & Spencer. (2005). *Apics Dictionary Eleventh Edition*. Alexandria: Apics.
- Creswell, J. W. (2009). *Research design: Qualitative, quantitative and mixed approaches*. CA, EE. UU.: Sage.
- Gramigna, M. (2007). *Jogos de Empresa*. 2ª Ed. São Paulo: Editora Prentice Hall.
- Goldratt, E. (1997). *“Critical Chain”*. New York: North River Press.
- Goldratt, E. & Cox J. (2000). *The Goal: A Process of Ongoing Improvement*. 2ª Ed., New York: North River Press.
- Lange, I (2005). *New Approaches on Learning, Studying and Teaching – The Constraints Game – Learning the Theory of Constraints with a Dice Game*. Zurich: Swiss Federal Institute of Technology ETH.
- Mokshagundam L. & Srikanth, M. (1997). *Synchronous management: profit-based manufacturing for the 21st century*. New York: Spectrum.
- Murcia, J. (2005). *Aprendizagem através do jogo*. Porto Alegre: Artmed.

- Nahmias S. (1995). *Análisis de la Producción y las Operaciones*. México: Cecsá.
- Santos, S. (1999). *Brinquedo e Infância: um guia para pais e educadores*. Rio de Janeiro: Vozes.
- Vollman, T, William L. & Whybark, D. (1995). *Sistemas de Planificación y Control de la Fabricación*. México: Mc Graw Hill.
- Vollman, T, William L. & Whybark, D. (2005). *Planeación y Control de la Producción – Administración de la Cadena de Suministros*. 5ª. Ed.. México: Mc Graw Hill.
- Vicente, P. (2001). *Jogos de Empresa*. São Paulo: Makron.

Tesis

- Bastos, F. (2010). *Modelo Computacional para Simulação de Aplicação da Teoria das Restrições*. (Tesis doctoral). Universidad de São Paulo. São Paulo.
- Ferreira, A. (2007). *Aspectos importantes na implantação da teoria das restrições na gestão da produção: um estudo multicaso*. (Tesis de maestría). Universidad de São Paulo. São Paulo.
- Lopez, P. (2001). *Formação de Administradores: Uma abordagem estrutural e técnico-didática*. (Tesis doctoral). Universidad Federal de Santa Catarina. Florianópolis.
- Natal, D. (2006). *Pedagogia Participativa na Formação de Administradores*. (Tesis doctoral). Universidade de São Paulo. São Paulo.
- Tapia, V. (1996). *Jogo de Empresas Liderst: Proposição de um Aplicativo Computacional para o Treinamento e Desenvolvimento de Recursos Humanos*. (Tesis de maestría). Universidad Federal de Santa Catarina. Florianópolis.
- Von, M. (1997). *SAP1-G1 – Sistema de Apoio ao Planejamento no Processo de Tomada de Decisão do Jogo de Empresas GI-EPS*. (Tesis de maestría). Universidad Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

Referencias hemerográficas

- Almeida, F.C. (1998). *Experiências no uso de jogos de empresas no ensino de Administração*. En. Seminarios de Administração 3. São Paulo. Anais. São Paulo: FEA/USP. Brasil

- Freitas, S. & Santos, L. (2005). *Os Benefícios da Utilização das Simulações Empresariais: Um Estudo Exploratório*. En Encontro Anual da Associação dos Programas de Pós-graduação em Administração. Brasília. Brasil.
- Lane, D. (1995). *On a resurgence of management simulations and Games*. Journal of the operational Research Society. London School of Economics and Political Science. Londres.
- Lopes, P. (2001). *Jogos de Empresas Geral: a perspectiva do animador com a utilização na pós-graduação lato sensu*. En Encontro Anual da Associação dos Programas de Pós-graduação em Administração. São Paulo. Brasil.
- Protil, R. (2005). *Utilização de Simuladores Empresariais no Ensino de Ciências Sociais aplicadas: Um Estudo na República Federal da Alemanha*. En Economia, Curitiba. Brasil.
- Rosa, A. & Azuaya A (2010). *Jogos de Empresa na Educação Superior no Brasil: Perspectiva para 2010*. En Encontro Anual da Associação dos Programas de Pós-graduação em Administração. Salvador. Brasil.
- Sauaia, A & Rosas, A. (2005). *Variáveis Microeconômicas em Simuladores para Jogos de Empresas: Um Estudo Comparativo*. En Revista de Gestão USP. São Paulo. Brasil.
- Sauaia, A (2006). *Gestão Empreendedora em IES's: Aculturamento do Corpo Docente com Jogos de Empresas*. En Colóquio Internacional sobre Gestão Universitária na América do Sul. Blumenau. Brasil.
- Seaton, L. & Boyd, M. (2008). *The Effective Use Of Simulations In Business Courses*. En Academy of Educational Leadership Journal.
- Souza, P. & Lopez, P. (2004). *Jogos de Negócios como Ferramentas para a Construção de Competências Essenciais às Organizações*. En Seminarios de Administração. USP. São Paulo. Brasil.

Referencias electrónicas

- Recart, D.S. & Caio, M. (2003). *A incerteza e a tomada de decisão no âmbito do Jogo de Empresas*. Recuperado de <http://www.clovis.massaud.nom.br/artigos10.htm>
- Rodrigues, L. & Riscarolli, V. (2001). *O Valor Pedagógico dos Jogos de Empresa*. Recuperado de http://www.angrad.org.br/cientifica/artigos/artigos_enangrad/enangrad_12.asp.

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES		
			VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES
¿ La utilización del juego de empresa como recurso didáctico, mejorará el aprendizaje del PCP de los alumnos del curso de PT&EO de la Escuela de PostGrado de Ing. Industrial de la URP, ciclo 2013-1, según el Modelo TOC ?	Utilizar el juego de empresa como recurso didáctico, para mejorar el aprendizaje del PCP de los alumnos del curso de PT&EO de la Escuela de PostGrado de Ing. Industrial de la URP, ciclo 2013-1, según el Modelo de Teoría de Restricciones	Si los alumnos del curso PT&EO de la Escuela de PostGrado de Ing. Industrial de la URP, ciclo 2013-1 utilizan el juego de empresa propuesto entonces mejoran el aprendizaje del PCP según el Modelo de Teoría de Restricciones.	Uso del Juego de Empresa	Actitud y Expectativa	Refuerza - Aprueba (Expresa acuerdo con uso del Juego) Valora (Reconoce el uso del Juego en su aprendizaje)
				Motivación	Estimula - Anima (Animado a utilizar el Juego en su proceso de aprendizaje)
PROBLEMA ESPECÍFICO	OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPOTESIS ESPECÍFICA	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES		
			VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES
(A) ¿ La utilización del Juego de Empresa como recurso didáctico, permitirá aprender en mayor grado, a los alumnos del curso de PT&EO de la Escuela de PostGrado de Ing. Industrial de la URP, ciclo 2013-1, que NO basta planificar la capacidad requerida de los recursos utilizados para garantizar un plan de producción válido y efectivo ?.	(A) Utilizar el juego de empresa como recurso didáctico, para que los alumnos del curso de PT&EO de la Escuela de PostGrado de Ing. Industrial de la URP, ciclo 2013-1, aprendan en mayor grado que no basta planificar la capacidad requerida de los recursos utilizados para garantizar un plan de producción válido y efectivo.	(A) Si los alumnos del curso de PT&EO de la Escuela de PostGrado de Ing. Industrial de la URP, ciclo 2013-1, utilizan el juego de empresa propuesto entonces aprenden en mayor grado que no basta planificar la capacidad requerida de los recursos utilizados para garantizar un plan de producción válido y efectivo	(A) Planificación de la Capacidad Requerida para Garantizar un Plan de Producción Válido y Efectivo	Eficiencia de la Línea de Producción	Porcentaje de Producción Real de la Línea de Producción frente al estándar esperado o planeado
				Eficiencia del Centro de Trabajo	Porcentaje de Producción Real del Centro de Trabajo frente al estándar esperado o planeado
				Lead Time Real de la Línea de Producción	Tiempo que se demora la materia prima desde que ingresa a la Línea de Producción hasta que alcanza su estado de Producto Terminado.
				Inventario en Proceso	Artículos en varias etapas de acabado, incluyendo todo material, desde las materias primas que han sido lanzadas para el proceso inicial, hasta el material completamente terminado.
				Unidades Producidas	Número de Unidades Manufacturadas en un Diferencial de Tiempo
(B) ¿ La utilización del Juego de Empresa como recurso didáctico, permitirá aprender en mayor grado, a los alumnos del curso de PT&EO de la Escuela de PostGrado de Ing. Industrial de la URP, ciclo 2013-1, a minimizar los efectos de dependencia y variabilidad reduciendo el gap entre el plan de producción planeado versus el plan de producción real ?	(B) Utilizar el Juego de Empresa como recurso didáctico, para que los alumnos del curso de PT&EO de la Escuela de PostGrado de Ing. Industrial de la URP, ciclo 2013-1, aprendan en mayor grado a minimizar los efectos de dependencia y variabilidad, reduciendo el gap entre el plan de producción planeado versus el plan de producción real.	(B) Si los alumnos del curso de PT&EO de la Escuela de PostGrado de Ing. Industrial de la URP, ciclo 2013-1, utilizan el juego de empresa propuesto, entonces se aprende en mayor grado a minimizar los efectos de dependencia y variabilidad reduciendo el gap entre el plan de producción planeado versus el plan de producción real.	(B) Minimizar los efectos de dependencia y variabilidad reduciendo el gap entre el plan de producción planeado versus el plan de producción real	Eficiencia del Sistema de Producción	Eficiencia del Cuello de Botella
(C) ¿ La utilización del Juego de Empresa como recurso didáctico, permitirá aprender en mayor grado a los alumnos del curso de PT&EO de la Escuela de PostGrado de Ing. Industrial de la URP, ciclo 2013-1, a programar efectivamente según el sistema DBR (Drum-Buffer-Rope) propuesto por el Modelo TOC ?	(C) Utilizar el Juego de Empresa como recurso didáctico, para que los alumnos del curso de PT&EO de la Escuela de PostGrado de Ing. Industrial de la URP, ciclo 2013-1, aprendan en mayor grado a programar efectivamente según el sistema DBR (Drum-Buffer-Rope) propuesto por el modelo TOC.	(C) Si los alumnos del curso de PT&EO de la Escuela de PostGrado de Ing. Industrial de la URP, ciclo 2013-1, utilizan el juego de empresa propuesto, entonces se logra en mayor grado programar efectivamente según el sistema DBR propuesto por el Modelo TOC	(C) Programación Efectiva del Sistema DBR	Sistema de Programación DBR	Unidades Producidas Reales
					Inventario en Proceso
					Lead Time de Producción

MATRIZ DE CONSISTENCIA - DEFINICIÓN OPERACIONAL (CONTINUACIÓN)						
VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	INSTRUMENTO	ESCALA	ESTADÍSTICO
Uso del Juego de Empresa	Actitud y Expectativa	Refuerza - Aprueba (Expresa acuerdo con uso del Juego)	1) ¿ Usted recomendaría ésta estrategia didáctica ?	Cuestionario Final ER-00	Likert	t de Student $t_0 = \frac{\bar{d}}{S_d / \sqrt{n}} \sim t_{(n-1)}$
			1) ¿ Usted recomendaría ésta estrategia didáctica ?	Cuestionario Final ER-01	Likert	
		Valora (Reconoce el uso del Juego en su aprendizaje)	2) Considera usted que el uso del Juego de Empresa le permitió aprender los conceptos del PCP según el Modelo de Teoría de Restricciones.	Cuestionario Final ER-00	Likert	
			2) Considera usted que el uso de números aleatorios generados en una hoja de cálculo para simular una Línea de Producción, le permitió aprender los conceptos del PCP según el Modelo de Teoría de Restricciones.	Cuestionario Final ER-01	Likert	
			3) ¿ Considera usted que el Juego de Empresa le permitió hacer analogías con la realidad empresarial?	Cuestionario Final ER-00	Likert	
			3) ¿ Considera usted que el uso de números aleatorios generados en una hoja de cálculo para simular una Línea de Producción le permitió hacer analogías con la realidad empresarial?	Cuestionario Final ER-01	Likert	
			4) ¿ Considera usted que el Juego de Empresa le permitió practicar el análisis de problemas ?	Cuestionario Final ER-00	Likert	
			4) ¿ Considera usted que el uso de números aleatorios generados en una hoja de cálculo para simular una Línea de Producción le permitió practicar el análisis de problemas ?	Cuestionario Final ER-01	Likert	
			5) ¿ Considera usted que el Juego de Empresa le permitió practicar toma de decisiones ?	Cuestionario Final ER-00	Likert	
			5) ¿ Considera usted que el uso de números aleatorios generados en una hoja de cálculo para simular una Línea de Producción le permitió practicar toma de decisiones ?	Cuestionario Final ER-01	Likert	
	Motivación	Estimula - Anima (Animado a utilizar el Juego en su proceso de aprendizaje)	7) El Uso del Juego de Empresa ha hecho que el PCP según el Modelo de Teoría de Restricciones sea más fácil y ameno de aprender	Cuestionario Final ER-00	Likert	
			7) El Uso de números aleatorios generados en una hoja de cálculo para simular una Línea de Producción ha hecho que el PCP según el Modelo de Teoría de Restricciones sea más fácil y ameno de aprender	Cuestionario Final ER-01	Likert	
			8) ¿ A usted le gustó participar en el Juego ?	Cuestionario Final ER-00	Likert	
			8) ¿ A usted le gustó participar en ésta simulación con números aleatorios ?	Cuestionario Final ER-01	Likert	

MATRIZ DE CONSISTENCIA - DEFINICIÓN OPERACIONAL (CONTINUACIÓN)						
VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	INSTRUMENTO	ESCALA	ESTADÍSTICO
(A) No basta Planificar la Capacidad Requerida para Garantizar un Plan de Producción Válido y Efectivo	Eficiencia de la Línea de Producción	Porcentaje de Producción Real de la Línea de Producción frente al estándar esperado o planeado	1) ¿ Cuánto espera que sea la Eficiencia Real de la Línea de Producción luego de 20 días de Producción ? a) Mayor a 98.1% b) Igual a 98.1% c) Mayor a 90% y Menor a 98.21% d) Menor a 90%	Pre-Prueba S1-00	(a) 5 ptos. (b) 10 ptos. (c) 15 ptos. (d) 15 ptos.	& t Student $t_0 = \frac{\bar{d}}{S_d / \sqrt{n}} \sim t_{(n-1)}$
			1) ¿ Es suficiente Planificar la Capacidad de Producción para lograr la Eficiencia Planeada de un sistema de Producción ?. Justifique su respuesta.	Post Prueba S1-01	(a) Respuesta Afirmativa (0 ptos) (b) Respuesta Negativa (10 ptos) (c) Respuesta Negativa pero Justifica la necesidad de controlar el flujo (20 ptos)	
	Eficiencia del Centro de Trabajo	Porcentaje de Producción Real del Centro de Trabajo frente al estándar esperado o planeado	2) ¿ Cuánto espera que sea la Eficiencia Real del Centro de Trabajo # 1, luego de 20 días de Producción ? a) Mayor a 100% b) Igual a 100% c) Menor a 100% y Mayor a 95% d) Menor a 95%	Pre-Prueba S1-00	(a) 20 ptos. (b) 15 ptos. (c) 10 ptos. (d) 5 ptos.	
			2) ¿ Por qué la Eficiencia del Centro de Trabajo 1 fue bastante próximo a la Eficiencia Planeada ?	Post Prueba S1-01	(a) Por ser el Primero de la Línea (0 ptos) (b) Tiene Menos Variabilidad (10 ptos) (c) Tiene menos dependencia (20 ptos)	
			3) ¿ Qué Centro de Trabajo espera usted que tenga la menor Eficiencia luego de 20 días de producción a) CT1 b) CT2 c) CT3 d) CT4 e) CT5 f) CT6 g) CT7 h) CT8	Pre-Prueba S1-00	(a) 2.5 ptos. (b) 5 ptos. (c) 7.5 ptos. (d) 10 ptos. (e) 12.5 ptos. (f) 15 ptos. (g) 17.5 ptos. (h) 20 ptos.	
			3) ¿ Por qué la Eficiencia del Centro de Trabajo 8 fue la más baja ?	Post Prueba S1-01	(a) Por ser el último de la Línea (5 ptos) (b) Tiene Más Variabilidad (10 ptos) (c) Tiene más dependencia (15 ptos) (d) Tiene más dependencia y no hay control del Flujo (20 ptos)	
	Lead Time Real de la Línea de Producción	Tiempo que se demora la materia prima desde que ingresa a la Línea de Producción hasta que alcanza su estado de Producto Terminado.	4) ¿ Cuánto espera que sea el Lead Time Real de la Línea de Producción luego de 20 días de Producción ? a) Más de 14 días b) Más de 11 y Menos de 14 días c) Más de 8 y Menos de 11 días d) Igual a 7 días e) Menos de 6 días	Pre-Prueba S1-00	(a) 20 ptos. (b) 16 ptos. (c) 12 ptos. (d) 8 ptos. (e) 4 ptos.	
			4) ¿ Por qué el Lead Time Real de la Línea se pronuncio respecto a lo Planeado ?	Post Prueba S1-01	(a) Porque los CTs no fabricaron todo lo que debieron (5 ptos) (b) Hubo un Cuello de botella (10 ptos) (c) WIP creció debido al cuello de botella (15 ptos) (d) No hay control del Flujo, por tanto creció el WIP, y se dilataron los tiempos de cola (20 ptos)	

MATRIZ DE CONSISTENCIA - DEFINICIÓN OPERACIONAL (CONTINUACIÓN)						
VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	INSTRUMENTO	ESCALA	ESTADÍSTICO
(A) Planificación de la Capacidad Requerida para Garantizar un Plan de Producción Válido y Efectivo	Inventario en Proceso	Artículos en varias etapas de acabado, incluyendo todo material, desde las materias primas que han sido lanzadas para el proceso inicial, hasta el material completamente terminado.	5) ¿ Cuánto espera que sea Inventario en Proceso de la Línea de Producción luego de 20 días de Producción ? a) Más de 30 unidades b) Más de 27 y menos de 30 unidades c) Más de 24 y menos de 27 unidades d) Igual a 24 unidades e) Menos de 24 unidades	Pre-Prueba S1-00	(a) 20 ptos. (b) 16 ptos. (c) 12 ptos. (d) 8 ptos. (e) 4 ptos.	& t Student $t_0 = \frac{\bar{d}}{S_d / \sqrt{n}} \sim t_{(n-1)}$
			5) ¿ Por qué el Inventario en Proceso Real fue mucho mayor que el Inventario en Proceso Inicial ?	Post Prueba S1-01	(a) Cada CT trabajó a sus propias capacidades (5 ptos) (b) Los CT gatillos no estuvieron controlados (10 ptos) (c) No se controló el flujo (20 ptos)	
	Unidades Producidas	Número de Unidades Manufacturadas en un Diferencial de Tiempo	6) ¿ Cuántas unidades espera que la la Línea de Producción manufacture luego de 20 días de Producción ? a) Más de 65 unidades b) Más de 60 y Menos de 65 unidades c) 60 unidades d) Menos de 60 y Más de 55 Unidades e) Menos de 55 unidades	Pre-Prueba S1-00	(a) 4 ptos. (b) 8 ptos. (c) 12 ptos. (d) 16 ptos. (e) 20 ptos.	
			6) ¿ Por qué la Línea de Producción NO fabricó la cantidad de unidades Planeadas ?	Post Prueba S1-01	(a) Porque hay Cuellos de Botella (0 ptos) (b) Cada CT trabajó a sus propias capacidades (5 ptos) (c) Creció el Lead Time acumulado debido al crecimiento del WIP (15 ptos)	

MATRIZ DE CONSISTENCIA - DEFINICIÓN OPERACIONAL (CONTINUACIÓN)

VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	INSTRUMENTO	ESCALA	ESTADÍSTICO
(B) Minimizar los efectos de dependencia y variabilidad reduciendo el gap entre el plan de producción planeado versus el plan de producción real	Eficiencia del Sistema de Producción	Eficiencia del Cuello de Botella	1) ¿ Exigirá Eficiencia al ? 1A) CT1 1B) CT2 1C) CT3 1D) CT4 1E) CT5 1F) CT6 1G) CT7 1H) CT8	Pre-Prueba S2-00	Cero o Veinte según la respuesta al ítem 1A) NO 1B) NO 1C) NO 1D) SI 1E) NO 1F) NO 1G) NO 1H) NO	t de Student $t_0 = \frac{\bar{d}}{s_d / \sqrt{n}} \sim t_{(n-1)}$
			1) Calcule y Registre cuál fue la Eficiencia Real de cada CT 1A) CT1 1B) CT2 1C) CT3 1D) CT4 1E) CT5 1F) CT6 1G) CT7 1H) CT8	Post Prueba S2-01	Puntaje Proporcional a Resultado de la Simulación	
(C) Programación Efectiva del Sistema DBR	Sistema de Programación DBR	Unidades Producidas Reales	2) ¿ Qué Centros de Trabajo deben Tirar el dado ?. 1A) CT1 1B) CT2 1C) CT3 1D) CT4 1E) CT5 1F) CT6 1G) CT7 1H) CT8	Pre-Prueba S2-00	Cero o Veinte según la respuesta al ítem 1A) NO 1B) NO 1C) NO 1D) SI 1E) NO 1F) NO 1G) SI 1H) SI	
			2) Registre las Unidades Producidas por cada CT luego de 20 días de Producción 1A) CT1 1B) CT2 1C) CT3 1D) CT4 1E) CT5 1F) CT6 1G) CT7 1H) CT8	Post Prueba S2-01	Puntaje Proporcional a Resultado de la Simulación	
		Inventario en Proceso	3) Dimensione los Inventarios Iniciales para Cada centro de Trabajo	Pre-Prueba S2-00	(a) Todos los CTs 5 unidades (15 pts) (b) Todos los CTs 5 unidades y CT6 y CT7 6 unidades (20 pts) (c) Ninguna de las anteriores (0 pts.)	
			3) Registre el Inventario Real Final en Proceso luego de 20 días de Producción.	Post Prueba S2-01	Puntaje Proporcional a Resultado de la Simulación	
		Lead Time de Producción	4) Identifique los Centros de Trabajo que representan la Cuerda de Producción	Pre-Prueba S2-00	(a) Todos, salvo el CT7 y CT8 (20 pts) (b) Ninguna de las anteriores	
			4) Registre el Lead Time Real de Producción luego de 20 días de Producción.	Post Prueba S2-01	Puntaje Proporcional a Resultado de la Simulación	

ANEXO 2:

INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

1. CUESTIONARIO S1-00 (PRE-PRUEBA - EXPERIMENTO N° 1)

1.1. Propósito General del Estudio

Estamos trabajando en un estudio que servirá para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje del Planeamiento y Control de la Producción según el Modelo de Teoría de Restricciones, para lo cual solicitamos su ayuda para que participe en éste Experimento N° 1, y conteste algunas preguntas que no llevarán mucho tiempo.

Sus respuestas serán mantenidas en el anonimato, y no influirán en la evaluación de su desempeño académico ni profesional.

Las personas que se han elegido para participar en éste experimento se han seleccionado al azar. Todas las respuestas de los encuestados serán procesadas y analizadas en la tesis profesional, pero no se comunicarán datos individuales. Le pedimos responda a éste cuestionario cómodamente, luego de haber leído las instrucciones cuidadosamente, ya que las preguntas están formuladas para que sólo responda a una opción.

Muchas Gracias por su colaboración.

1.2. Instrucciones

Use lapicero para responder el cuestionario. Al hacerlo piense lo que sucederá con la Línea de Producción que hemos diseñado, presentado y planificado, cuando se ejecute el plan de producción bajo el Modelo de

Empuje, dejando que cada centro de trabajo labore en función a sus propias capacidades disponibles sin input / output control.

Todas las preguntas tienen opciones de respuesta. Elija solamente una opción, que refleje de lo que usted piensa que ocurrirá luego de mantener la línea de producción manufacturando por veinte días, bajo un sistema tradicional de empuje. Marque con claridad la opción elegida con una cruz. Recuerde que NO debe marcar dos opciones.

Si no puede contestar una pregunta o si la pregunta no tiene sentido para usted, por favor, pregúntele a la persona que le entrego este cuestionario y le explico la importancia de su participación. Sus respuestas serán anónimas y absolutamente confidenciales. Como usted puede comprobar en ningún momento se está registrando su nombre. ¡ Muchas Gracias por su colaboración ¡.

1.3. Cuestionario S1-00 (Pre-Prueba - Experimento N0 1)

1. ¿ Cuánto espera usted que sea la Eficiencia Real de la Línea de Producción luego de 20 días de Producción ?

- Mayor a 98.21%
- Igual a 98.21%
- Mayor a 90% y Menor a 98.21%
- Menor a 90 %

2. ¿ Cuánto espera usted que sea la Eficiencia Real del Centro de Trabajo 1, de la Línea de Producción luego de 20 días de producción ?

- Mayor a 100 %
- Igual a 100%
- Menor a 100% y Mayor a 95%
- Menor a 95 %

3. ¿ Qué Centro de Trabajo esperara usted que tenga la menor Eficiencia luego de 20 días de producción ?

CT1

CT2

CT3

CT4

CT5

CT6

CT7

CT8

4. ¿ Cuánto espera usted que sea el Lead Time Real de la Línea de Producción luego de 20 días de Producción ?

Más de 14 días

Más de 11 y menos de 14 días

Más de 8 y menos de 11 días

Igual a 7 días

Menos de 6 días

5. ¿ Cuánto espera usted que sea el Inventario en Proceso de la Línea de Producción luego de 20 días de Producción ?

Mayor a 30 unidades

Mayor a 27 y menor a 30 unidades

Mayor a 24 y menor a 27 unidades

Igual a 24 unidades

Menor a 24 unidades

6. ¿ Cuántas unidades realmente espera usted que la Línea de Producción manufacture luego de 20 días de Producción?

Más de 65 unidades

Más de 60 y menos de 65 unidades

60 unidades

Menos de 60 y más de 55 unidades

Menos de 55 unidades

2. CUESTIONARIO S1-01 (POST-PRUEBA - EXPERIMENTO N° 1)

2.1. Propósito General del Estudio

Luego de concluido el Experimento N° 1, en el cual usted ha participado, le pedimos se sirva contestar las preguntas abajo señaladas.

Le recuerdo que este estudio servirá para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje del Planeamiento y Control de la Producción según el Modelo de Teoría de Restricciones.

Sus respuestas serán mantenidas en el anonimato, y no influirán en la evaluación de su desempeño académico ni profesional.

Todas las respuestas de los encuestados serán procesadas y analizadas en la tesis profesional, pero no se comunicarán datos individuales.

Le pedimos responda a éste cuestionario cómodamente, luego de haber leído las instrucciones cuidadosamente.

Muchas Gracias por su colaboración.

2.2. Instrucciones

Use lapicero para responder el cuestionario.

Todas las preguntas son abiertas.

Al responder el cuestionario, le pedimos que tenga en cuenta los resultados obtenidos luego de aplicado el Experimento N° 1 donde usted ha participado. En dicho experimento, se ha hecho fabricar a la línea de producción por veinte días, bajo un sistema tradicional de empuje, sin ejercer control en las entradas y salidas. Como usted mismo ha comprobado, luego de calcular el Desempeño Real de la Línea de Producción, los resultados no han sido tal como planificados o esperados.

2. ¿ Por qué la Eficiencia del Centro de Trabajo 1, fue bastante próximo a la Eficiencia Planeada ?

Su Respuesta Aquí

3. ¿ Por qué la Eficiencia del Centro de Trabajo 8 fue la más baja ?

Su Respuesta Aquí

4. ¿ Por qué el Lead Time Real de la Línea se pronunció respecto a lo Planeado ?

Su Respuesta Aquí

5. ¿ Por qué el Inventario en Proceso Real fue mucho mayor que el Inventario en Proceso Inicial ?

Su Respuesta Aquí

6. ¿ Por qué la Línea de Producción NO fabricó la cantidad de unidades Planeadas ?

Su Respuesta Aquí

3. CUESTIONARIO S2-00 (PRE-PRUEBA - EXPERIMENTO N° 2)

3.1. Propósito General del Estudio

Estamos trabajando en un estudio que servirá para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje del Planeamiento y Control de la Producción según el Modelo de Teoría de Restricciones, para lo cual solicitamos su ayuda para que participe en éste otro Experimento N°2, y conteste algunas preguntas que no llevarán mucho tiempo. Sus respuestas serán mantenidas en el anonimato, y no influirán en la evaluación de su desempeño académico ni profesional. Las personas que se han elegido para participar en éste experimento se han seleccionado al azar.

Todas las respuestas de los encuestados serán procesadas y analizadas en la tesis profesional, pero no se comunicarán datos individuales. Le pedimos responda a éste cuestionario cómodamente, luego de haber leído las instrucciones cuidadosamente, ya que las preguntas están formuladas para que sólo responda a una opción. Muchas Gracias por su colaboración.

3.2. Instrucciones

Use lapicero para responder el cuestionario. Usted ha participado ya en el Experimento N°1, donde se ha mantenido una línea de producción manufacturando por veinte días, bajo un sistema tradicional de empuje.

Como usted pudo comprobar, los indicadores reales obtenidos, luego de los veinte días de producción se distanciaron significativamente de los indicadores planeados.

Teniendo en cuenta estos resultados, lo invitamos ahora a participar en un segundo experimento.

El objetivo de éste segundo experimento, es volver a hacer trabajar a la Línea de Producción por veinte días, pero ahora ya no lo haremos por el sistema tradicional de empuje, sino lo invitamos a que usted planifique y controle cómo tiene que manufacturar la Línea de Producción bajo el Sistema de Teoría de Restricciones.

Para ello le pedimos contestar cada una de las preguntas formuladas, y en cada una de sus respuestas indicar no solo lo que hay que hacer, sino como hacerlo, en otras palabras, argumente y justifique sus respuestas. No pierda de vista que en este segundo experimento usted gestionará la Línea de Producción bajo el Modelo de Teoría de Restricciones.

¡ Muchas Gracias por su colaboración ¡.

3.3. Cuestionario S2-00 (Pre-Prueba - Experimento N0 2)

1) Marque con una "X", si usted, exigiría Eficiencia al Centro de Trabajo abajo señalado:

	SI	NO
Centro de Trabajo 1		
Centro de Trabajo 2		
Centro de Trabajo 3		
Centro de Trabajo 4		
Centro de Trabajo 5		
Centro de Trabajo 6		
Centro de Trabajo 7		
Centro de Trabajo 8		

2) Marque con una "X", ¿ Qué Centros de Trabajo deben tirar el dado ?

	Marque con una "X" si considera que el Centro de Trabajo SI debe tirar el dado
Centro de Trabajo 1	
Centro de Trabajo 2	
Centro de Trabajo 3	
Centro de Trabajo 4	
Centro de Trabajo 5	
Centro de Trabajo 6	
Centro de Trabajo 7	
Centro de Trabajo 8	

3) Dimensione los Inventarios Iniciales para Cada centro de Trabajo

	Registre cuántas unidades de Inventario Inicial asignará a cada Centro de Trabajo
Centro de Trabajo 1	
Centro de Trabajo 2	
Centro de Trabajo 3	
Centro de Trabajo 4	
Centro de Trabajo 5	
Centro de Trabajo 6	
Centro de Trabajo 7	
Centro de Trabajo 8	

4) Marque con una "X" los Centros de Trabajo que representan la Cuerda de Producción

	Marque con una "X" que centros de trabajo representan la Cuerda de Producción
Centro de Trabajo 1	
Centro de Trabajo 2	
Centro de Trabajo 3	
Centro de Trabajo 4	
Centro de Trabajo 5	
Centro de Trabajo 6	
Centro de Trabajo 7	
Centro de Trabajo 8	

4. CUESTIONARIO S2-01 (POST-PRUEBA - EXPERIMENTO N° 2)

4.1. Propósito General del Estudio

Luego de participar en el Experimento N°2, le solicitamos conteste las preguntas abajo formuladas que no llevarán mucho tiempo.

Sus respuestas serán mantenidas en el anonimato, y no influirán en la evaluación de su desempeño académico ni profesional.

Recuerde que el objetivo de éste trabajo es Mejorar la Enseñanza Aprendizaje del Modelo de Teoría de Restricciones.

Las personas que se han elegido para participar en éste experimento se han seleccionado al azar.

Todas las respuestas de los encuestados serán procesadas y analizadas en la tesis profesional, pero no se comunicarán datos individuales.

Le pedimos responda a éste cuestionario cómodamente, luego de haber leído las instrucciones cuidadosamente, ya que las preguntas están formuladas para que sólo responda a una opción.

Muchas Gracias por su colaboración.

4.2. Instrucciones

Use lapicero para responder el cuestionario.

Luego de participar en el Experimento N°2 en el cual usted introdujo los cambios necesarios para manufacturar la Línea de Producción por veinte días bajo el sistema de Teoría de Restricciones, le pedimos ahora contestar cada una de las preguntas abajo formuladas.

Lo que se quiere ahora es registrar el real desempeño de la Línea de Producción, y evaluar de esta manera si los cambios que usted introdujo,

y la manera de planificar y controlar la Línea de Producción que usted planteó, realmente dieron resultados.

Por ello, en cada una de las preguntas abajo formuladas, se le pide que registre el resultado real obtenido de un indicador clave de desempeño.

En la medida que sus resultados reales se acerquen mejor a los resultados planeados, usted habrá conseguido alcanzar el objetivo propuesto, es decir, habrá comprendido y utilizado mejor el Modelo de Teoría de Restricciones para planificar las operaciones en una empresa.

¡ Muchas Gracias por su colaboración ¡.

4.3. Cuestionario S2-01 (Post-Prueba - Experimento N° 2)

1. Calcule y Registre ¿ cuál fue la Eficiencia Real de cada Centro de Trabajo ?.

	Registre Aquí las Eficiencias Reales de cada Centro de Trabajo.
Centro de Trabajo 1	
Centro de Trabajo 2	
Centro de Trabajo 3	
Centro de Trabajo 4	
Centro de Trabajo 5	
Centro de Trabajo 6	
Centro de Trabajo 7	
Centro de Trabajo 8	

2. Registre las unidades Producidas por cada Centro de Trabajo luego de 20 días de Producción

	Registre Aquí las Unidades Producidas por cada Centro de Trabajo.
Centro de Trabajo 1	
Centro de Trabajo 2	
Centro de Trabajo 3	
Centro de Trabajo 4	
Centro de Trabajo 5	
Centro de Trabajo 6	
Centro de Trabajo 7	
Centro de Trabajo 8	

3. Registre el Inventario Real Final en Proceso luego de 20 días de Producción.

Su Respuesta Aquí

4. Registre el Lead Time Real de Producción luego de 20 días de Producción.

Su Respuesta Aquí

5. CUESTIONARIO FINAL ER-00 (APLICADO AL GRUPO EXPERIMENTAL)

5.1. Propósito General del Estudio

Le solicitamos ahora su ayuda para que nos dé sus impresiones respecto al recurso didáctico utilizado: el “Juego de Empresa”.

Sus respuestas serán mantenidas en el anonimato, y no influirán en la evaluación de su desempeño académico ni profesional. Las personas que se han elegido para participar en éste experimento se han seleccionado al azar. Todas las respuestas de los encuestados serán procesadas y analizadas en la tesis profesional, pero no se comunicarán datos individuales. Le pedimos responda a éste cuestionario cómodamente, luego de haber leído las instrucciones cuidadosamente, ya que las preguntas están formuladas para que sólo responda a una opción.

5.2. Instrucciones

Use lapicero para responder el cuestionario.

Luego de participar en ambos Experimentos (1 y 2), utilizando el Juego de Empresa, le pedimos nos informe que le pareció éste recurso didáctico.

¡ Muchas Gracias por su colaboración ¡.

5.3. Cuestionario Final ER-00

La Valoración de cada pregunta se hará con relación a la siguiente tabla:				
0	1	2	3	4
No, nada, muy mal, muy bajo	Poco, malo, bajo	Algo, regular, medio	Bastante, bueno, alto	Sí, rotundo, mucho, muy bueno, muy alto.

Pregunta	Marque con una "X", su Valoración a cada Pregunta.				
	0	1	2	3	4
1) ¿ Usted recomendaría ésta estrategia didáctica ?					
2) Considera usted que el uso del Juego de Empresa le permitió aprender los conceptos del PCP según el Modelo de Teoría de Restricciones.					
3) ¿ Considera usted que el Juego de Empresa le permitió hacer analogías con la realidad empresarial?					
4) ¿ Considera usted que el Juego de Empresa le permitió practicar el análisis de problemas ?					
5) ¿ Considera usted que el Juego de Empresa le permitió practicar toma de decisiones ?					
6) ¿ Considera usted que el Juego de Empresa le permitió practicar control de resultados sobre sus decisiones ?					
7) El Uso del Juego de Empresa ha hecho que el PCP según el Modelo de Teoría de Restricciones sea más fácil y ameno de aprender					
8) ¿ A usted le gustó participar en el Juego ?					

6. CUESTIONARIO FINAL ER-01 (APLICADO AL GRUPO DE CONTROL)

6.1. Propósito General del Estudio

Le solicitamos ahora su ayuda para que nos dé sus impresiones respecto al recurso didáctico utilizado: "Simulación de una Línea de Producción con Números Aleatorios". Sus respuestas serán mantenidas en el anonimato, y no influirán en la evaluación de su desempeño académico ni profesional. Las personas que se han elegido para participar en éste experimento se han seleccionado al azar.

Todas las respuestas de los encuestados serán procesadas y analizadas en la tesis profesional, pero no se comunicarán datos individuales. Le pedimos responda a éste cuestionario cómodamente, luego de haber leído las instrucciones cuidadosamente, ya que las preguntas están formuladas para que sólo responda a una opción.

6.2. Instrucciones

Use lapicero para responder el cuestionario.

Luego de participar en ambos Experimentos (1 y 2), utilizando Números Aleatorios para Simular la manufactura de una Línea de Producción por 20 días, le pedimos nos informe que le pareció éste recurso didáctico.

¡ Muchas Gracias por su colaboración ¡.

6.3. Cuestionario Final ER-01

La Valoración de cada pregunta se hará con relación a la siguiente tabla:				
0	1	2	3	4
No, nada, muy mal, muy bajo	Poco, malo, bajo	Algo, regular, medio	Bastante, bueno, alto	Sí, rotundo, mucho, muy bueno, muy alto.

Pregunta	Marque con una "X", su Valoración a cada Pregunta.				
	0	1	2	3	4
1) ¿ Usted recomendaría ésta estrategia didáctica ?					
2) Considera usted que el uso de números aleatorios generados en una hoja de cálculo para simular una Línea de Producción, le permitió aprender los conceptos del PCP según el Modelo de Teoría de Restricciones.					
3) ¿ Considera usted que el uso de números aleatorios generados en una hoja de cálculo para simular una Línea de Producción le permitió hacer analogías con la realidad empresarial?					
4) ¿ Considera usted que el uso de números aleatorios generados en una hoja de cálculo para simular una Línea de Producción le permitió practicar el análisis de problemas ?					
5) ¿ Considera usted que el uso de números aleatorios generados en una hoja de cálculo para simular una Línea de Producción le permitió practicar toma de decisiones ?					
6) ¿ Considera usted que el uso de números aleatorios generados en una hoja de cálculo para simular una Línea de Producción le permitió practicar control de resultados sobre sus decisiones ?					
7) El Uso de números aleatorios generados en una hoja de cálculo para simular una Línea de Producción ha hecho que el PCP según el Modelo de Teoría de Restricciones sea más fácil y ameno de aprender					
8) ¿ A usted le gustó participar en ésta simulación con números aleatorios ?					

ANEXO 3: CONSTANCIA EMITIDA POR LA INSTITUCIÓN DONDE SE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN



Universidad **Ricardo Palma**
Escuela de Posgrado

CONSTANCIA

A quien corresponda:

El Director de la Escuela de Posgrado de la Universidad Ricardo Palma hace constar que la Ingeniera:

FLOR DE MARÍA TAPIA VARGAS

Identificada con DNI 08809650 y CIP N° 108173, es docente de la Escuela de Posgrado quien cuenta con nuestra autorización y beneplácito para recolectar datos para validar sus hipótesis y evaluar empíricamente los resultados de su tesis doctoral, con las secciones a su cargo del curso de Planeamiento Táctico y Estratégico de Operaciones de la Maestría en Ingeniería Industrial con Mención en Planeamiento y Gestión Empresarial, en el Semestre Académico 2013-I.

Para realizar su investigación, la docente planificará y ejecutará la parte operativa de su experimento, dentro de su horario de clase y sin comprometer en absoluto el avance de los contenidos programados en el sílabo.

Se expide la presente a solicitud de la interesada, para los fines que estime convenientes.

Surco, 08 de Marzo de 2013



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
ESCUELA DE POSGRADO

Dr. JORGE ARROYO PRADO
DIRECTOR

JAP/rch.

ANEXO 4: MANUAL DEL JUEGO DE EMPRESA

1. El Juego

El Juego de Empresa propuesto simula la manufactura de un producto a través de una línea de producción, la cual es planificada y controlada mediante el Modelo de Teoría de Restricciones.

Como mostrado en la Figura A.1., la Línea de Producción está compuesta de ocho Centros de Trabajo, numerados respectivamente CT1, CT2, CT3, CT4, CT5, CT6, CT7 y CT8.

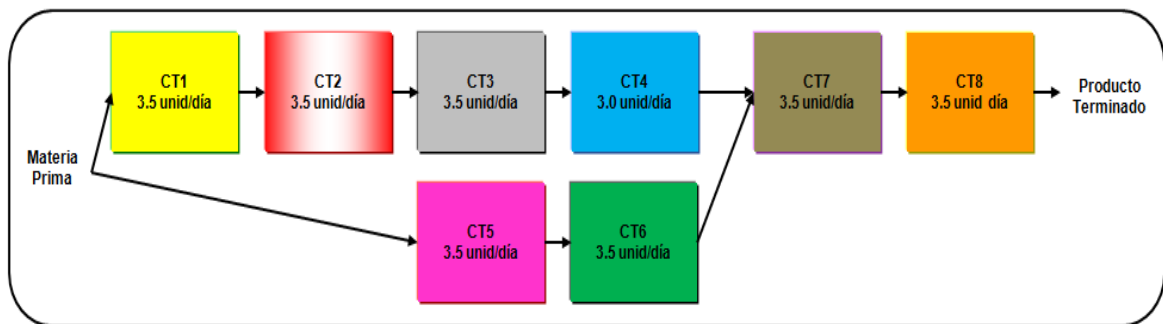


Figura A.1. Línea de Producción Simulada en el Juego Propuesto.

Todos los Centros de Trabajo en la Línea de Producción simulada, no tienen la misma capacidad disponible. Podemos observar que el CT4, puede manufacturar tan solo 3 unidades por día, mientras que los demás centros de trabajo tienen una capacidad disponible promedio de 3.5 unidades por día.

Por tanto, la Línea de Producción simulada, no está balanceada, y el CT4 representa el Cuello de Botella o Restricción en ésta Línea de Producción, porque es el recurso que tiene menos capacidad disponible promedio en el sistema propuesto. Los Centros de Trabajo números uno y cinco (CT1 y

CT5), representan los Centros de Trabajo Gatillos, es decir, a través de ellos ingresa la materia prima a la Línea de Producción. En el Juego propuesto, la Materia Prima es ilimitada.

Si regresamos a la Figura A.1., podemos observar cómo la Materia Prima se va transformando hasta convertirse en Producto Terminado. Así pues, una parte de la materia prima ingresa al CT1, donde se le agrega valor, luego arriba al CT2, y el producto en proceso sigue su ruta de fabricación hasta el CT4.

Otra parte de la Materia Prima ingresa al CT5 y luego se le agrega valor en el CT6.

Observamos también en la Figura A.1., que el CT7 es un Centro de Trabajo de Ensamble. Una unidad del producto en proceso conformado en el CT4, más una unidad del producto en proceso conformado en el CT6, permiten ensamblar una unidad en el CT7. La operación de ensamble consiste en tomar ambas partes, e introducirlas en un vasito descartable, tal como se puede apreciar en la Figura A.2.

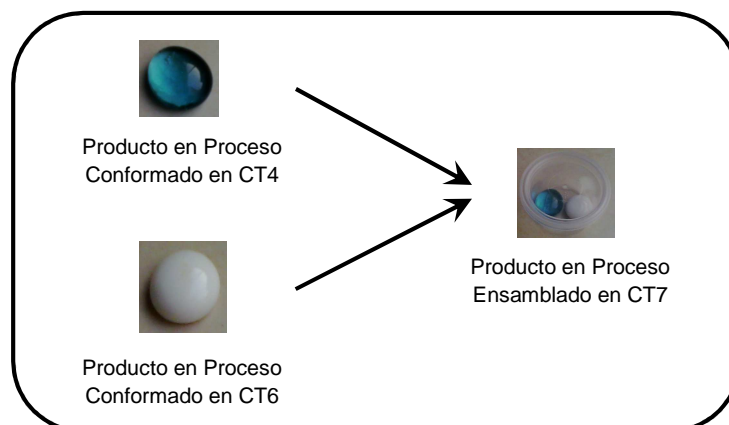


Figura A.2. Operación de Ensamble en CT7.

Luego el material en proceso (vaso conteniendo dos fichas), sigue su curso hasta el CT8 donde se procede a sellar cada vasito, colocándole la tapa respectiva, y se obtiene el Producto Terminado.

El Juego de Empresa, se compone de dos partes. Por cuestiones didácticas llamaremos de ahora en adelante GAME 1, y GAME 2, a la primera y a la segunda parte del juego, que representan a su vez el primer y segundo experimento respectivamente, que queremos evaluar en ésta investigación. El objetivo del GAME 1 es validar la primera hipótesis específica, mientras que el objetivo del GAME 2 es validar la segunda y tercera hipótesis específica, de ésta investigación.

2. Game 1

2.1. Preparación y Conformación de la Línea de Producción

La Línea de Producción simulada, consta de ocho centros de trabajo, por lo que son necesarios ocho jugadores como mínimo para poder jugar.

Por tanto, se construyen equipos con 8 jugadores. Cada jugador representa un centro de trabajo en la línea de producción.

Si van a jugar más de ocho jugadores, lo recomendable es constituir más de una línea de producción.

A cada jugador se le asigna el número de línea y el número de Centro de Trabajo que va a representar en el juego. Además se enfatiza si el jugador va a desempeñarse como Cuello de Botella (CT4), como Centro de Trabajo Gatillo (CT1 ó CT5), o como Centro de Trabajo de Ensamble (CT7), tal como se muestra en la Tabla A.1.

Tabla A.1. Asignación de Roles a cada Jugador

Jugador	Función Desempeñada
 ₁	Línea de Producción 1 – Centro de Trabajo 1 (Gatillo)
 ₂	Línea de Producción 1 – Centro de Trabajo 2
 ₃	Línea de Producción 1 – Centro de Trabajo 3
 ₄	Línea de Producción 1 – Centro de Trabajo 4 (Cuello de Botella)
 ₅	Línea de Producción 1 – Centro de Trabajo 5 (Gatillo)
 ₆	Línea de Producción 1 – Centro de Trabajo 6
 ₇	Línea de Producción 1 – Centro de Trabajo 7 (Ensamble)
 ₈	Línea de Producción 1 – Centro de Trabajo 8
 ₉	Línea de Producción 2 – Centro de Trabajo 1 (Gatillo)
 ₁₀	Línea de Producción 2 – Centro de Trabajo 2
 ₁₁	Línea de Producción 2 – Centro de Trabajo 3
 ₁₂	Línea de Producción 2 – Centro de Trabajo 4 (Cuello de Botella)
 ₁₃	Línea de Producción 2 – Centro de Trabajo 5 (Gatillo)
 ₁₄	Línea de Producción 2 – Centro de Trabajo 6
 ₁₅	Línea de Producción 2 – Centro de Trabajo 7 (Ensamble)
 ₁₆	Línea de Producción 2 – Centro de Trabajo 8
Etc.	Etc.

2.2. Material Proporcionado a Cada Jugador

El equipo o material distribuido entre los jugadores se compone de: Dado, Fichas, Vasitos Descartables, Lápiz y Hoja de Registro.

- a) Dado → El dado es el elemento que introduce en el juego el efecto de la variabilidad (fenómeno perturbador y presente en todo proceso manufacturero). Explicaremos esto con un ejemplo. En la línea de producción propuesta, el centro de trabajo número dos, tiene una capacidad disponible promedio de 3.5 unidades por día, pero eso no significa que todos los días produce esa cantidad, dado que el operario

de ese centro de trabajo puede imprimirle mayor o menor ritmo a su tarea; es decir, su tiempo estándar de trabajo oscila en función a los grados de fatiga y/o motivación que tenga en un diferencial de tiempo.

El Tiro del Dado entonces, indica lo que potencialmente el Centro de Trabajo podría haber fabricado en un determinado día considerando el ritmo que el operario imprimió en su actividad.

Para los Centros de Trabajo (CT1, CT2, CT3, CT5, CT6, CT7 y CT8), todos los tiros del dado son permitidos. Si promediamos el menor y mayor tiro en un dado (uno y siete), obtenemos 3.5, que justamente representa la Capacidad Disponible Promedio de estos centros de trabajo.

Ahora bien, para el CT4, los tiros del dado permitidos son todos menos el seis. Es decir el tiro mínimo permitido es el uno, y el tiro máximo permitido es el cinco. Si tomamos el promedio de estos números (promediamos uno y cinco), tenemos tres, que justamente es la Capacidad Disponible Promedio del CT4.

b) Fichas & Vasitos Descartables → Las Fichas representan la materia prima que ingresa al sistema productivo a través de los Centros de Trabajo 1 y 5, y que recorren la línea de producción hasta convertirse en Producto Terminado. Al Inicio del Juego, se distribuyen las fichas y vasitos descartables de la siguiente manera:

- Al CT1, se le proporciona quinientas fichas de color azul, y al CT5, quinientas fichas de color blanco, con la finalidad de denotar que no hay ninguna restricción respecto a la materia prima; antes bien, ésta es ilimitada.

- El CT2, CT3 y CT4 reciben cuatro fichas azules, las cuales representan el inventario en proceso presente al inicio del juego en estas estaciones de trabajo.
 - El CT6 recibe cuatro fichas blancas, las cuales representan el inventario en proceso presente al inicio del juego en ésta estación de trabajo.
 - El CT7 recibe cuatro fichas azules y cuatro blancas (inventario en proceso). Adicionalmente el CT7 recibe quinientos vasitos descartables vacíos, para poder realizar la operación de ensamble.
 - El CT8 recibe cuatro vasitos ya ensamblados, y quinientas tapas para poder sellar los vasitos.
- c) Lápiz → Todos los Centros de Trabajo (o jugadores), reciben un lápiz para poder registrar los datos en la Hoja de Registro.
- d) Hoja de Registro → la Hoja de Registro permite que los Jugadores consignen sus resultados a lo largo del juego (Ver Figura A.3.).

GAME 1 - HOJA DE REGISTRO																					
Línea de Producción Número										▶											
Centro de Trabajo Número										▶											
Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total
Inventario Inicial																					
Tiro del Dado																					
Producción																					
Eficiencia del Centro de Trabajo (%) = (Producción Total del Centro de Trabajo / Producción Planeada) * 100																					
Eficiencia de la Línea de Producción = (Producción Total de la Línea / Producción Planeada de la Línea) * 100																					
Lead Time de la Línea = número de días que una unidad toma a lo largo de la línea																					
Inventario en Proceso en éste Centro de Trabajo = Número de Fichas en el Centro de Trabajo al final de los 20 días																					
Inventario en Proceso en la Línea = Número de Fichas en el Sistema al final de los 20 días																					

Figura A.3. “Hoja de Registro Distribuida a todos los Jugadores”.

2.3. Reglas del GAME 1

- Número de Días Simulados → Son veinte días de simulación. Eso quiere decir que al término del juego cada jugador deberá haber tirado el dado veinte veces.
- Como Llenar la Hoja de Registro
 - ✓ Cabecera → Como puede observarse en la Figura A.3. cada Jugador deberá consignar en la cabecera de la Hoja de Registro, el número tanto de la Línea de Producción, cuanto del Centro de Trabajo donde se desempeña.
 - ✓ Inventario Inicial del Día 1 → Todos los Jugadores (salvo los que se desempeñan en el CT1 y en el CT5), deberán consignar el “día 1”, un Inventario Inicial igual a cuatro. Esto debido al número de fichas que se les ha distribuido. Si bien es cierto, el CT7 recibió 4 fichas blancas y 4 azules, estas están pareadas, y por ello se asumen como cuatro fichas de inventario inicial.

Los CT1 y CT5 no registran inventario inicial el día 1 porque tienen materia prima ilimitada.
 - ✓ Tiro del Dado → El “Día 1”, todos los jugadores tiran el dado. Recordemos que para todos los Centros de Trabajo todos los tiros del dado son válidos. Únicamente el CT4 deberá volver a tirar el dado, cuando en su tiro salga el número seis, ya que sus tiros válidos son entre uno y cinco. Esto debido a la Capacidad Disponible Promedio del CT4 que es tan solo de tres. Como hemos explicado anteriormente si promediamos los números uno y cinco tenemos tres que refleja la Capacidad Promedio del CT4.

Entonces, el “día 1”, todos los jugadores consignan su “Tiro del Dado”, en la “Hoja de Registro”. No perdamos de vista que el “Tiro del Dado”, NO es lo que cada Centro de Trabajo produjo ese día, sino lo que potencialmente podría haber producido dado el ritmo que impuso a la tarea.

✓ Producción → Cada Jugador deberá consignar en la “Hoja de Registro” su Producción, tal como indicado.

a) Centros de Trabajo 1 y 5 → Estos Centros de Trabajo tienen Materia Prima ilimitada, por tanto el Tiro del Dado representa su producción, y deberán consignarla en la “Hoja de Registro”.

b) Centros de Trabajo 2, 3, 4 y 6 → Estos Centros de Trabajo deberán comparar su Tiro del Dado con el Inventario Inicial Disponible en el día, para poder registrar su Producción.

Si el Tiro del Dado es menor o igual que el Inventario Inicial del día, entonces el Centro de Trabajo produce una cantidad equivalente al Tiro del Dado. Es decir, supongamos que el tiro del dado es menor que el inventario inicial disponible de ese día. Eso significa que el centro de trabajo tenía suficiente material para procesar; sin embargo su desempeño fue por debajo a su capacidad disponible promedio, por ello no logra transformar todo el material que tenía estacionado en su centro de trabajo.

Por el contrario, si el Tiro del Dado es mayor al Inventario Inicial del día, significa que el Centro de Trabajo fabricó o produjo una cantidad equivalente al Inventario Inicial que hay en el Centro de Trabajo. Eso significa que ese día el centro de trabajo trabajó a

un ritmo por encima de su capacidad disponible promedio, pero no hubo suficiente inventario disponible para producir en función a su desempeño.

- c) Centro de Trabajo 7 → Recordemos que éste es el Centro de Trabajo de Ensamble. Eso quiere decir, que el CT7 necesita para poder realizar un ensamble, una ficha de color blanco y una ficha de color azul. Los vasitos descartables son ilimitados. Una ficha blanca más una de color azul se introducen a un vasito, dado que esa es la tarea que definen la operación de ensamble en éste centro de trabajo. El CT7 tiene que hacer la misma validación que hemos explicado anteriormente. Es decir comparar el Tiro del Dado con el Inventario Inicial disponible. Pero, en alguno de los días simulados, puede disponerse, por ejemplo, de un inventario de diez fichas blancas y cuatro azules. En ese caso, potencialmente el CT7, solo podría ensamblar cuatro vasitos, cada uno conteniendo una ficha blanca y una azul, dado que la operación de ensamble requiere contar con una ficha de cada color. Si su Tiro de Dado fue cinco, el solo podrá producir cuatro vasitos ensamblados (pues el inventario disponible no le permite ensamblar más). De lo contrario si el Tiro del Dado fue uno, entonces solo podrá ensamblar un vasito, a pesar que tenía material disponible para ensamblar cuatro vasitos.
- d) Centro de Trabajo 8 → La única diferencia es el material que se procesa, sin embargo la regla para consignar la producción es la misma explicada anteriormente.

Es decir el CT8 deberá comparar su Tiro de Dado con los vasitos ensamblados estacionados en su centro de trabajo. Si el Tiro del Dado es menor a la cantidad de vasitos disponibles, entonces la producción será igual al Tiro del Dado, de lo contrario la producción será igual a la cantidad de vasitos disponibles.

✓ Inventario Inicial del Día 2 en Adelante →

- a) Centros de Trabajo 1 y 5 → Estos Centros de Trabajo tienen Materia Prima ilimitada, por tanto no consignan nunca en la “Hoja de Registro” su inventario inicial.
- b) Centros de Trabajo 2, 3, 4 y 6 → vamos a graficar esto con un ejemplo. Como sabemos el CT3 es alimentado por el CT2, y a su vez el CT3 alimenta al CT4 (Ver Figura A.1.). El día 1, el CT3 tenía un Inventario Inicial de 4 unidades. Supongamos que el día 1, el Tiro del Dado del CT3 fue 3. Eso quiere decir que su producción fue tan solo de 3 unidades. Significa que el CT3, le pasa al CT4 tres unidades, quedándose tan solo con una (tenía cuatro, y fabrica tres entonces se queda con una unidad de inventario en proceso). Sin embargo ese mismo día 1, supongamos que el CT2 fabricó 4 unidades. Como el Inventario Inicial del CT2 el día 1 es de cuatro unidades, entonces el CT2 fabrica y le pasa al CT3 cuatro unidades. Eso quiere decir que al final del día 1, el CT3 tiene una unidad, más las cuatro unidades que le pasa el centro de trabajo precedente (CT2), esto suman cinco unidades. Por tanto para el CT3, el Inventario Final del Día 1, que es igual a decir el Inventario Inicial del Día 2 es igual a

cinco. Por tanto, todos los Centros de Trabajo para poder consignar el Inventario Inicial de un determinado día, deberán hacer una simple aritmética: al Inventario Inicial que tenían, deberán sustraer la producción del día, e incrementar la producción que les alcanza el Centro de Trabajo Precedente.

2.4. Proceso de Aplicación del Game 1

El Proceso de Aplicación del Game 1, se divide en cinco etapas: Preparación, Corrida Inicial, Intermedio, Corrida Final y Cierre. A continuación se describen en detalle cada una de estas etapas.

a) Preparación

El Facilitador o Moderador del Juego, presenta a los participantes la Línea de Producción que va a ser simulada.

Procede a mostrar la Figura A.1. y a destacar las capacidades disponibles promedio de los centros de trabajo, e identifica los centros de trabajo gatillo, el centro de trabajo cuello de botella, el centro de trabajo de ensamble, y como fluye el material a lo largo de la Línea de Producción simulada. El Moderador conforma las Líneas de Producción, que como hemos mencionado anteriormente deberán estar integradas por ocho jugadores, cada uno de los cuales se desempeñará en un determinado centro de trabajo. Cada uno de los Jugadores recibe los materiales y se les explica las reglas de juego tal como ha sido expuesto en los apartados 1.2.2. y 1.2.3 de éste apéndice. Asimismo, el Moderador, antes de iniciar el Juego, pide a los jugadores que calculen los indicadores abajo señalados, para cada

uno de sus Centros de Trabajo y para la Línea de Producción, asumiendo una corrida de veinte días bajo un sistema tradicional de empuje.

- Producción Planeada de cada Centro de Trabajo → Es un cálculo muy simple que consiste en multiplicar la capacidad disponible promedio del centro de trabajo, por los días de producción. Por ejemplo, el CT3 tiene una Capacidad Disponible de 3.5 unidades por día, por tanto se espera que luego de una corrida de veinte días, su producción sea de 70 unidades.
- Producción Planeada de la Línea luego de 20 días → Los Jugadores identifican claramente que un sistema manufacturero no puede manufacturar más allá de su recurso escaso. Por tanto, dado que la Línea de Producción tiene un cuello de botella que solo puede manufacturar en promedio tres unidades por día, luego de una producción de veinte días se espera que la Línea de Producción manufacture $3 * 20 = 60$ unidades.
- Eficiencia Planeada de cada Centro de Trabajo → Se asume que cada Centro de Trabajo debe fabricar en función a su capacidad disponible promedio, por tanto debería ser 100% en cada CT.
- Eficiencia Planeada de la Línea de Producción → Para calcular la Eficiencia de una Línea de Producción, se aplica la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Suma de las Capacidades de Todos los Centros de Trabajo}}{\text{Número de Centros de Trabajo} * \text{Capacidad Disponible Mayor}} * 100 = \frac{3.5 * 7 + 3}{8 * 3.5} * 100 = 98.21\%$$

- Inventario Inicial en Proceso en cada Centro de Trabajo → Obviamente la Materia Prima no se contabiliza. Todos los Centros

de Trabajo salvo el CT1 y CT5 tienen un inventario Inicial en Proceso de cuatro unidades, pues esto es lo que cada jugador recibió antes de iniciar el juego.

- Inventario Inicial en Proceso en la Línea de Producción → Para ello los Jugadores suman los Inventarios Iniciales de todos los Centros de Trabajo. Nuevamente la Materia Prima no se contabiliza. Por tanto, el total de inventario en proceso inicial de la Línea de Producción asciende a 24 unidades.
- Lead Time Planeado en días → Se le pide a los Jugadores que calculen el tiempo estimado en que la materia prima se tarda en ser convertida en producto terminado. No pierda de vista que si una unidad de materia prima ingresa al sistema productivo, cada vez que avance a la siguiente estación de trabajo, va a tener que hacer cola para poder ser transformada, pues la línea de producción inicia con un inventario en proceso. Dado que en cada Centro de Trabajo hay 4 unidades de Inventario en proceso, y todos los Centros de Trabajo (salvo el CT4), tienen una capacidad disponible promedio de 3.5 unidades por día, entonces cada uno de estos centros de trabajo se demora en procesar su cola o inventario $4 / 3.5 = 1.14$ días. El CT4 tarda en procesar su inventario en proceso $4 / 3 = 1.33$ días. Por tanto, si sumamos esos Lead Times de cada Centro de Trabajo, el Lead Time Acumulado Total asciende a 7.0 días. Ese sería el tiempo promedio planeado para convertir una materia prima en producto terminado. Todos estos cálculos se resumen en la Tabla A.2.

Tabla A.2. Indicadores Planeados estimados para cada Centro de Trabajo y para la Línea de Producción luego de una corrida de veinte días

Indicador	Centro de Trabajo								Línea de Producción
	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CT6	CT7	CT8	
Producción Planeada	70	70	70	60	70	70	70	70	60
Eficiencia Planeada	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	98.21%
Inventario Inicial	-----	4	4	4	-----	4	4	4	24
Lead Time Planeado (días)	-----	1.14	1.14	1.33	-----	1.14	1.14	1.14	7.0

Por último, en ésta etapa de Preparación, el Moderador del Juego, le pide a los participantes que contesten la Pre-Prueba S1-00.

Éste instrumento de medición (S1-00), permitirá saber si los alumnos esperan obtener resultados reales próximos a los planeados, luego de una corrida de veinte días de producción bajo el sistema tradicional de empuje, es decir dejar que cada centro de trabajo labore en función a sus propias capacidades sin regulación de las entradas y salidas.

b) Corrida Inicial

En ésta etapa, se inicia el GAME 1. La corrida inicial comprende la producción de la Línea durante los primeros cinco días. El Moderador del Juego, explicará a los participantes que únicamente van a jugar cinco días, después de lo cual deberán esperar instrucciones. El moderador, explica lo que deberán hacer los jugadores. La rutina a seguir es la siguiente. El día 1, cada jugador hará las tareas abajo descritas:

- Tirará su Dado
- Registrará en la Hoja de Registros el Tiro del Dado.

- Calculará y anotará su Producción del día en la Hoja de Registros, para lo cual deberá tener en cuenta las reglas del juego explicadas anteriormente.
- Pasará su Producción (número de fichas fabricadas), al siguiente Centro de Trabajo.
- Recibirá la Producción (número de fichas fabricadas), del Centro de Trabajo Precedente.
- Contabilizará el Inventario en Proceso (todas las fichas que hayan quedado en su centro de trabajo), y lo Registrará en la Hoja de Proceso como Inventario Inicial del día siguiente.
- Volverá a repetir todo éste proceso únicamente los cinco primeros días, después de lo cual esperará las instrucciones del moderador del juego. (El moderador del juego, deberá a partir del día seis, introducir una ficha de otro color, para poder contabilizar el Lead Time total de la línea).

c) Intermedio

Al final del día cinco, el Moderador retira las fichas azules (Materia Prima) del Centro de Trabajo 1, y a cambio le proporciona quinientas fichas de color plomo. El Moderador explica a los Jugadores, que esto tiene como finalidad contabilizar cuántos días realmente le demora a la materia prima atravesar toda la Línea de Producción; de manera que al final del juego podamos comparar el Lead Time Real versus el Lead Time Planeado de la Línea de Producción.

El Moderador también procede a explicar que solo se está habilitando con fichas de otro color al Centro de Trabajo 1, porque desde aquí se

inicia el recorrido más largo y más lento que tiene que seguir el material a lo largo de toda la línea. No perdamos de vista que en éste recorrido, el material requiere no solo agregar valor en más centros de trabajo, sino además consume el Cuello de Botella, que es el recurso más lento de toda la Línea de Producción.

Finalmente el Moderador indica a los Jugadores que deberán ahora respetar dos instrucciones adicionales a las dadas anteriormente:

- 1) Cuando los Centros de Trabajo 2, 3 y 4, pasen al siguiente Centro de Trabajo las unidades producidas en cada día, deberán en primer lugar deshacerse o pasar las fichas de color azul. El Centro de Trabajo de Ensamble número 7, de forma análoga debe prioritariamente ensamblar las fichas de color blanco y azul. Cuando ya no tenga fichas azules procederá a ensamblar vasitos con fichas plomas y blancas. El criterio entonces es fabricar según FIFO (primera ficha en llegar al Centro de Trabajo deberá ser la primera ficha fabricada).
- 2) El Centro de Trabajo de Trabajo número ocho, deberá avisar al Moderador, el día que sale de la Línea de Producción el primer vasito fabricado con fichas plomas y blancas. Ése día será registrado por el moderador y por el jugador del centro de trabajo número ocho, para saber cuál fue el Lead Time Real de Fabricación de la Línea de Producción.

d) Corrida Final

En ésta etapa, se continúa el GAME 1. Ésta corrida comprende desde el día seis hasta el día veinte.

El moderador, vuelve a explicar lo que deberán hacer los jugadores durante estos días. La rutina a seguir es la misma descrita anteriormente. Cada día, cada jugador hará las tareas abajo descritas:

- Tirará su Dado. Registrará en la Hoja de Registros el Tiro del Dado
- Calculará y anotará su Producción del día en la Hoja de Registros, para lo cual deberá tener presente que primero debe deshacerse de las fichas azules.
- Pasará su Producción (número de fichas fabricadas), al siguiente Centro de Trabajo.
- Recibirá la Producción (número de fichas fabricadas), del Centro de Trabajo Precedente.
- Contabilizará el Inventario en Proceso, y lo Registrará en la Hoja de Proceso como Inventario Inicial del día siguiente.
- Volverá a repetir todo éste proceso hasta el día veinte, después de lo cual esperará las instrucciones del moderador del juego.

e) Cierre

En ésta etapa el Moderador pedirá a los Jugadores que Registren en la Hoja de Registros los Resultados Reales del Juego, los cuales se mencionan a continuación:

- Producción Real de Cada Centro de Trabajo → Consiste en sumar la producción real de cada día (datos que están registrados en la Hoja de Registro), y consignar dicho resultado en la Hoja de Registro, en la Columna Total.
- Eficiencia Real de Cada Centro de Trabajo → Cada Centro de Trabajo deberá calcular su eficiencia real, para lo cual dividirá su

Producción Real (a lo largo de los veinte días), entre su Producción Planeada. La Producción Planeada de cada Centro de Trabajo fue calculada en la etapa de preparación del juego.

El resultado de la Eficiencia Real, también deberá consignarse en la Hoja de Registro.

- Producción Real de La Línea de Producción → El Centro de Trabajo Número Ocho, procederá a contabilizar la cantidad de vasitos realmente fabricados a lo largo de los 20 días de Producción (los que salieron al final de la Línea).

Éste resultado se registrará en la Hoja de Registro del Centro de Trabajo número ocho, y ha de coincidir con la suma de la producción de los veinte días.

Es importante que el alumno tenga cuidado de hacer esta cuenta.

- Eficiencia Real de la Línea de Producción → El CT8, dividirá la Producción Real de la Línea de Producción entre la Producción Planeada de la Línea. Recuerde que la Producción Planeada de la Línea se calculó en la etapa de preparación del juego. El resultado de la Eficiencia Real de la Línea, se registrará en la Hoja de Registro del Centro de Trabajo número ocho.
- Inventario en Proceso Final en Cada Centro de Trabajo → Al término del juego, cada jugador contabilizará cuántas fichas en proceso hay en su Centro de Trabajo. Éste resultado deberá registrarse en las Hojas de Registro. Los Centros de Trabajo 1 y 5, no registrarán nada, pues ellos no tienen material en proceso sino más bien materia prima.

- Inventario en Proceso en la Línea → Los jugadores sumarán el Inventario en Proceso Final en cada Centro de Trabajo (no tomar en cuenta el material de los centros de trabajo uno y cinco pues se trata de materia prima), y registrarán el resultado en las Hojas de Registro.
- Lead Time Real de la Línea de Producción → Ésta información se mantiene en la Hoja de Registro del Jugador número ocho, y corresponde al dato proporcionado por ese Jugador durante el juego, cuando se controló el tiempo que le toma a una pieza atravesar toda la línea de producción.

Una vez registrados todos estos resultados, el Moderador del Juego los consolida y expone a todos los jugadores, de manera que todos puedan apreciar con claridad la diferencia entre los resultados realmente obtenidos versus los resultados planeados. Asimismo, el Moderador pide a los Jugadores que respondan la Post-Prueba S1-01. Éste instrumento de medición (S1-01), permitirá evaluar si los jugadores han aprendido que la Línea de Producción tiene un desempeño muy por debajo de lo planeado, debido a que no basta planificar la Capacidad Requerida de los Recursos utilizados para garantizar un Plan de Producción válido y efectivo, sino que hace falta además controlar el flujo de producción.

3. Game 2

3.1. Preparación y Conformación de la Línea de Producción

No se vuelven a conformar equipos. Los grupos de 8 jugadores se mantienen en cada Línea, y cada jugador continúa en el Centro de Trabajo que le fue asignado en el Game 1.

3.2. Material Proporcionado a Cada Jugador Antes de Iniciar el Game 2.

- a) Dado → El dado seguirá siendo el elemento que introduce en el juego el efecto de la variabilidad, tal como fue explicado en el Game 1.
Cada Jugador recibirá un dado, y las reglas continúan siendo las mismas, es decir, para los Centros de Trabajo (CT1, CT2, CT3, CT5, CT6, CT7 y CT8), todos los tiros del dado son permitidos; mientras que para el CT4, los tiros del dado permitidos son todos menos el seis.
- b) Lápiz → Todos los Centros de Trabajo (o jugadores), reciben un lápiz para poder registrar los datos en la Hoja de Registro.
- c) Hoja de Registro → Todos los Centros de Trabajo también reciben una Hoja de Registro para que consignen sus resultados a lo largo del juego (Ver Figura A.4.).

GAME 2 - HOJA DE REGISTRO																					
Linea de Producción Número	▶																				
Centro de Trabajo Número	▶																				
Tiro del Dado (Si su centro de Trabajo NO va a tirar el dado, Indique que Centro de Trabajo va a regular su Producción)	▶																				
Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total
Inventario Inicial																					
Tiro del Dado (OJO: Si NO Tira el Dado, consigne una X cada día)																					
Producción																					
Eficiencia del Centro de Trabajo																					
Eficiencia de la Línea de Producción																					
Lead Time de la Línea = número de días que una unidad toma a lo largo de la línea																					
Inventario en Proceso en este Centro de Trabajo = Número de Fichas en el Centro de Trabajo al final de los 20 días																					
Inventario en Proceso en la Línea = Número de Fichas en el Sistema al final de los 20 días																					

Figura A.4. “Hoja de Registro Distribuida a todos los Jugadores”.

3.3. Reglas del Juego

- Número de Días Simulados → Volverán a ser simulados veinte días.
Eso quiere decir que al término del juego cada jugador deberá haber tirado el dado veinte veces.
- Como Llenar la Hoja de Registro y distribuir el resto del material.

- ✓ Cabecera → Como puede observarse en la Figura A.4. cada Jugador deberá consignar en la cabecera de la Hoja de Registro, el número tanto de la Línea de Producción, cuanto del Centro de Trabajo donde se desempeña.
- ✓ Inventario Inicial del Día 1 →
 - a) El Centro de Trabajo número uno recibe 500 fichas de color azul, y el Centro de Trabajo número cinco, recibe 500 fichas de color blanco, lo que significa que no hay restricciones de materia prima.
 - b) Todos los jugadores de la Línea de Producción deberán decidir de manera consensuada el Inventario Inicial que le asignarán a los demás Centros de Trabajo.

Los jugadores (salvo el jugador número uno y ocho), consignarán en la Hoja de Registro, en la columna del día 1, el inventario inicial, o número de fichas recibidas.

Para el Centro de Trabajo siete, las fichas de color azul y blanco deben seguir considerándose como pareadas.
 - c) Tiro del Dado → Todos los jugadores de la Línea de Producción deberán decidir de manera consensuada que Centros de Trabajo deberán Tirar el Dado. Asimismo aquellos Centros de Trabajo que NO Tiren el Dado, deberán indicar en la cabecera de su Hoja de Registro qué Centro de Trabajo va a regular su producción.

En particular no olvidemos que el Centro de Trabajo número cuatro sigue siendo la restricción del sistema. Por tanto, si los

jugadores deciden que el CT4 debe tirar el dado, recuerde que deberá volver a tirarlo, cuando en su tiro salga el número seis, ya que sus tiros válidos son entre uno y cinco. Sin embargo, si el Centro de Trabajo Cuatro no va a tirar el dado, su producción máxima en un día solo puede ser cinco unidades, debido a que éste Centro de Trabajo sigue siendo el Cuello de Botella de la Línea de Producción.

Los Jugadores que tiren el dado, deberán consignar su tiro en la Hoja de Registro.

Los Jugadores que no tiren el dado deberán consignar una "X", en su Hoja de Registro.

- ✓ Producción → Cada Jugador deberá consignar en la "Hoja de Registro" su Producción, tal como indicado.
 - a) Centros de Trabajo 1 y 5 → Estos Centros de Trabajo tienen Materia Prima ilimitada, por tanto el Tiro del Dado representa su producción, y deberán consignarla en la "Hoja de Registro".
 - b) Centros de Trabajo que Tiren el Dado → Estos Centros de Trabajo deberán comparar su Tiro del Dado con el Inventario Inicial Disponible en el día, para poder Registrar su Producción. Si el Tiro del Dado es menor o igual que el Inventario Inicial del día, entonces el Centro de Trabajo produce una cantidad equivalente al Tiro del Dado. Por el contrario, si el Tiro del Dado es mayor al Inventario Inicial del día, significa que el Centro de Trabajo fabricará una cantidad equivalente al Inventario Inicial que hay en el Centro de Trabajo.

- c) Centros de Trabajo que NO Tiren el Dado → Estos Centros de Trabajo tendrán regulada su producción en función a lo que haya fabricado otro Centro de Trabajo.
Por tanto, deberán consignar en su Hoja de Registro la Producción del Centro de Trabajo al cual están vinculados.
- ✓ Inventario Inicial del Día 2 en Adelante → Cada Jugador deberá consignar en la “Hoja de Registro” su Inventario Inicial del Día 2 en adelante, tal como indicado
 - a) Centros de Trabajo 1 y 5 → Estos Centros de Trabajo tienen Materia Prima ilimitada, por tanto no consignan nunca en la “Hoja de Registro” su inventario inicial.
 - b) Todos los demás Centros de Trabajo → Los Centros de Trabajo dos, tres, cuatro, seis, siete y ocho, para poder consignar el Inventario Inicial de un determinado día, deberán hacer una simple aritmética: al Inventario Inicial que tenían, deberán sustraer la producción del día, e incrementar la producción que les alcanza el Centro de Trabajo Precedente.

3.4. Proceso de Aplicación del Game 2

El Proceso de Aplicación del Game 2, está conformado también por cinco etapas: Preparación, Corrida Inicial, Intermedio, Corrida Final y Cierre. A continuación se describen en detalle cada una de estas etapas.

a) Preparación

El Moderador del Juego, explica a los alumnos que seguirán desempeñándose en el Centro de Trabajo y Línea que se les asignó en el Game 1. Asimismo, el Moderador distribuye a cada alumno un dado,

un lápiz y una Hoja de Registro. A los Centros de Trabajo números uno y Cinco les proporciona la Materia Prima. El Moderador, pide a los jugadores que hagan sinergia y decidan de manera consensuada los inventarios iniciales que van a asignar a los Centros de Trabajo números dos, tres, cuatro, seis, siete y ocho.

También les pide que decidan que Centros de Trabajo van a Tirar el Dado y cuáles NO van a hacerlo.

Les indica cómo deben registrar esta información en la Hoja de Registro (tal como explicado anteriormente).

Se asigna para ésta tarea entre cinco a diez minutos.

Finalmente en ésta etapa de Preparación, el Moderador del Juego, pide a los participantes que contesten la Pre-Prueba S2-00. Éste instrumento de medición (S2-00), permitirá registrar cómo los Jugadores aplican el sistema DBR propio del Modelo de Teoría de Restricciones, para planear y programar la Línea de Producción, así como controlar el flujo de la misma. También permitirá saber qué métrica utilizarán los alumnos para medir el real desempeño de la Línea.

b) Corrida Inicial

En ésta etapa, se inicia el GAME 2. La corrida inicial comprende la producción de la Línea durante los primeros cinco días. La rutina que deberá repetir cada jugador durante estos cinco días son:

- Tiro del Dado → Sólo registrarán éste dato los Centros de Trabajo que tiren el dado. Los demás Centros de Trabajo consignarán en la Hoja de Registro una "X", en ese campo.

- Producción del día → Cada jugador calculará y anotará en la Hoja de Registro la producción del día, para lo cual deberá tener en cuenta las reglas del Game 2, explicadas anteriormente.
- Pasará su Producción (número de fichas fabricadas), al siguiente Centro de Trabajo.
- Recibirá la Producción (número de fichas fabricadas), del Centro de Trabajo Precedente.
- Contabilizará el Inventario en Proceso, y lo Registrará en la Hoja de Proceso como Inventario Inicial del día siguiente.
- Volverá a repetir todo éste proceso únicamente los cinco primeros días, después de lo cual esperará las instrucciones del moderador del juego.

c) Intermedio

Al final del día cinco, el Moderador retira las fichas blancas (Materia Prima) del Centro de Trabajo 1, y a cambio le proporciona quinientas fichas de color plomo. El Moderador explica a los Jugadores, que esto tiene como finalidad contabilizar cuántos días realmente le demora a la materia prima atravesar toda la Línea de Producción, para poder contrastar al final del juego éste resultado con el Lead Time Planeado.

Finalmente el Moderador indica a los Jugadores que deberán de ahora en adelante fabricar según el criterio FIFO es decir primera ficha en llegar al Centro de Trabajo deberá ser la primera ficha fabricada. Quiere decir que primero deberán deshacerse de las fichas de color azul.

Asimismo el Centro de Trabajo de Trabajo número ocho, deberá avisar al Moderador, el día que sale de la Línea de Producción el primer vasito

fabricado con fichas plomas y azules. Ése día será registrado para saber cuál fue el Lead Time Real de Fabricación de la Línea de Producción.

d) Corrida Final

En ésta etapa, se continúa el GAME 2. Ésta corrida comprende desde el día seis hasta el día veinte.

El moderador, vuelve a explicar la rutina que deberán seguir los jugadores durante estos días. La rutina a seguir es la misma descrita anteriormente. Cada día, cada jugador hará las tareas abajo descritas:

- Tiro del Dado → Sólo registrarán éste dato los Centros de Trabajo que tiren el dado. Los demás Centros de Trabajo consignarán en la Hoja de Registro una “X”, en ese campo.
- Producción del día → Cada jugador calculará y anotará en la Hoja de Registro la producción del día, para lo cual deberá tener en cuenta las reglas del Game 2, explicadas anteriormente.
- Pasará su Producción (número de fichas fabricadas), al siguiente Centro de Trabajo.
- Recibirá la Producción (número de fichas fabricadas), del Centro de Trabajo Precedente.
- Contabilizará el Inventario en Proceso, y lo Registrará en la Hoja de Proceso como Inventario Inicial del día siguiente.
- Volverá a repetir todo éste proceso únicamente hasta concluir el juego.

e) Cierre

El Moderador pide a los Jugadores que respondan la Post-Prueba S2-01. Éste instrumento de medición (S2-01), permitirá que los

alumnos registren los resultados reales obtenidos en el Game 2, y puedan compararlos con los resultados planeados.

En ésta etapa el Moderador pedirá a los Jugadores que de manera individual y conjunta registren los siguientes resultados:

- Producción Real de Cada Centro de Trabajo → Consiste en sumar la producción real de cada día (datos que están registrados en la Hoja de Registro), y consignar dicho resultado en la Hoja de Registro, en la Columna Total.
- Eficiencia Real de Cada Centro de Trabajo → Los Jugadores indicarán que centros de trabajo deberán calcular éste indicador y justificarán su decisión.
- Producción Real de La Línea de Producción → El Centro de Trabajo Número Ocho, procederá a contabilizar la cantidad de vasitos realmente fabricados a lo largo de los 20 días de Producción (los que salieron al final de la Línea). Éste resultado se registrará en la Hoja de Registro del Centro de Trabajo número ocho, y ha de coincidir con la suma de la producción de los veinte días.
- Eficiencia Real de la Línea de Producción → El Centro de Trabajo número ocho, dividirá la Producción Real de la Línea de Producción entre la Producción Planeada de la Línea. El resultado de la Eficiencia Real de la Línea, se registrará en la Hoja de Registro del Centro de Trabajo número ocho.
- Inventario en Proceso Final de Cada Centro de Trabajo → Al término del juego, cada jugador contabilizará cuántas fichas en proceso hay en su Centro de Trabajo. Éste resultado deberá

registrarse en las Hojas de Registro. Los Centros de Trabajo 1 y 5, no registrarán nada, pues ellos no tienen material en proceso sino más bien materia prima.

- Inventario en Proceso en la Línea → Los jugadores sumarán el Inventario en Proceso Final en cada Centro de Trabajo (no tomar en cuenta el material de los centros de trabajo uno y cinco pues se trata de materia prima), y registrarán el resultado en las Hojas de Registro.
- Lead Time Real de la Línea de Producción → Ésta información se mantiene en la Hoja de Registro del Jugador número ocho, y corresponde al dato proporcionado por ese Jugador durante el juego, cuando se controló el tiempo que le toma a una pieza atravesar toda la línea de producción.