

**ENSEÑANZA TRADICIONAL vs METODOLOGÍA LÚDICA. UN DISEÑO  
EXPERIMENTAL PARA MEDIR EL IMPACTO DE COMPETENCIAS ESPECÍFICAS EN  
UNA ASIGNATURA DEL PREGRADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA  
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA**

**LAURA ANGÉLICA MEJÍA OSPINA**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
MAESTRIA EN INVESTIGACIÓN OPERATIVA Y ESTADÍSTICA  
PEREIRA, 2014**

**ENSEÑANZA TRADICIONAL vs METODOLOGÍA LÚDICA. UN DISEÑO  
EXPERIMENTAL PARA MEDIR EL IMPACTO DE COMPETENCIAS ESPECÍFICAS EN  
UNA ASIGNATURA DEL PREGRADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA  
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA**

**LAURA ANGÉLICA MEJÍA OSPINA**

Grupo de investigación: "*Grupo en la Enseñanza de la Investigación de Operaciones*"  
(GEIO) Línea de investigación: Uso de la Lúdica como Herramienta Pedagógica

Proyecto de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de Postgrado:

**MAGISTER EN INVESTIGACIÓN OPERATIVA Y ESTADÍSTICA**

**Director de proyecto de grado:**

**Ingeniero Wilson Arenas Valencia**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**MAESTRIA EN INVESTIGACIÓN OPERATIVA Y ESTADÍSTICA**

**PEREIRA, 2014**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

**Pereira, de de 2014**

## **AGRADECIMIENTOS**

*Agradezco primero a Dios por darme la oportunidad de realizar mi sueño profesional, brindándome salud y energía para desarrollar cada etapa.*

*A mi familia por su amor, comprensión y apoyo incondicional.*

*A la Facultad de Ingeniería Industrial y su grupo de Investigación GEIO, por brindar las herramientas pedagógicas y de asesoría necesarias para el logro de los objetivos de este proyecto.*

*A los docentes que participaron de esta iniciativa, por su dedicación, compromiso y apoyo en la ejecución de las actividades propuestas en el proyecto, sin su colaboración no hubiese sido posible la culminación de este proyecto.*

## TABLA DE CONTENIDO

<b>GLOSARIO.....</b>	<b>13</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>15</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>15</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>17</b>
<b>1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>19</b>
1.1. TITULO .....	19
1.2. AREA DE INVESTIGACIÓN.....	19
1.3. MATERIAS DE INVESTIGACIÓN .....	19
1.4. COBERTURA DEL ESTUDIO .....	19
1.5. CAMPO DE INTERÉS.....	20
1.6. ENTIDADES RESPONSABLES .....	20
1.7. DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO .....	20
<b>2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>21</b>
2.1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	21
<b>3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>131</b>
3.1. UNA MIRADA GENERAL AL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	131
3.2. EL PANORAMA DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA .....	133
3.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	136
<b>4. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>137</b>
<b>5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>138</b>
<b>6. TEMARIO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>139</b>
<b>7. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>140</b>
<b>8. MARCO REFERENCIAL .....</b>	<b>141</b>
8.1. MARCO TEÓRICO.....	142
8.2. MARCO CONCEPTUAL.....	164
8.3. MARCO SITUACIONAL.....	168

<b>9. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>171</b>
9.1. PLANEACIÓN EXTENSIVA DEL DISEÑO EXPERIMENTAL.....	171
9.2. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE FORMACIÓN EN EL PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA .....	181
<b>10. DISEÑO Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN.....</b>	<b>187</b>
9.2. VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN .....	194
<b>11. DESARROLLO DEL EXPERIMENTO .....</b>	<b>207</b>
11.1. PRUEBA PILOTO.....	210
11.2. PRUEBA FINAL .....	220
11.3. ANÁLISIS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL .....	222
<b>12. ANÁLISIS CUALITATIVO DEL EXPERIMENTO .....</b>	<b>231</b>
12.1. CATEGORÍA APROXIMACIONES AL MÉTODO CONSTRUCTIVISTA. ....	233
12.2. CATEGORÍA UTILIDAD DE LA METODOLOGÍA LÚDICA. ....	234
12.3. CATEGORÍA PERCEPCIONES. ....	235
12.4. CATEGORÍA TEORÍA vs LÚDICA. ....	235
<b>13. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>238</b>
13.1. EL ESTILO DE APRENDIZAJE CON EL QUE EL ESTUDIANTE SE SIENTE CÓMODO .....	238
13.2. SOBRE LA CONFIABILIDAD ESTADÍSTICA DEL DISEÑO EXPERIMENTAL.....	238
13.3. SOBRE EL DISEÑO DE LAS ACTIVIDADES LÚDICAS .....	238
13.4. LAS VARIABLES EXTERNAS QUE NO SE PUEDEN CONTROLAR (LIMITACIONES DEL ESTUDIO)240	
13.5. EL TIPO DE DISEÑO EXPERIMENTAL RESULTANTE.....	241
13.6. ASIGNATURAS IMPORTANTES DE EVALUAR.....	241
13.7. EL DISEÑO EXPERIMENTAL IDEAL .....	242
13.8. EL RETO DEL DOCENTE .....	245
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>247</b>
<b>DISCUSIÓN Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>249</b>
<b>TRABAJOS FUTUROS .....</b>	<b>251</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>252</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla No. 1. Ilustración de la Base de datos de la relación journals consultados-artículos encontrados. ....	22
Tabla No. 2. Descripción de las frecuencias en el método de evaluación de desempeño por competencias de corrección ascendente. ....	153
Tabla No. 3. Referencias numéricas de los niveles de competencia .....	154
Tabla No. 4. Escala de valoración y ponderación de competencias. ....	154
Tabla No. 5. Ejemplo de rúbrica .....	156
Tabla No. 6. Relación de nota promedio de carrera de los estudiantes pertenecientes al grupo 3.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla No. 7. Relación de nota promedio de carrera de los estudiantes pertenecientes al grupo 2.....	175
Tabla No. 8. Relación de nota promedio de carrera de los estudiantes pertenecientes al grupo 1.....	176
Tabla No. 9. Promedio y Desviación estándar de la nota promedio de carrera de los estudiantes objeto de estudio, por cada grupo. ....	176
Tabla No. 10. Asignación de niveles luego de un análisis descriptivo para el factor promedio de carrera. ....	177
Tabla No. 11. Número de estudiantes asignados por cada grupo en los niveles definidos. ....	177
Tabla No. 12. Relación de los factores y niveles del experimento.....	178
Tabla No. 13. Planeación Diseño Experimental según recomendación revisión bibliográfica .....	179
Tabla No. 14. Ruta formativa Procesos Estocásticos .....	184
Tabla No. 15. Niveles y conductas observables de la primera competencia específica para Procesos Estocásticos. ....	186
Tabla No. 16 Niveles y conductas observables de la primera competencia específica para Procesos Estocásticos. ....	189
Tabla No. 17. Factor de ponderación y dato de desempeño real de los niveles de la competencia específica Manejo de Procesos Markovianos.....	191
Tabla No. 18. Ejemplo de evaluación de competencia por medio de la rúbrica. ....	192
Tabla No. 19. Competencia específica de estudio, conductas observables y niveles.....	193
Tabla No. 20. Patrón para calcular el coeficiente de argumentación de expertos .....	200
Tabla No. 21. Tabla coeficiente de argumentación de expertos. ....	201
Tabla No. 22. Resultados de indicadores frente a las categorías calificadas por los expertos. ....	202
Tabla No. 23. Frecuencia Absoluta Acumulada por cada indicador. ....	202
Tabla No. 24. Frecuencia Relativa Acumulada por cada indicador. ....	202
Tabla No. 25. . Determinación de los puntos de corte. ....	203

Tabla No. 26. Comparación punto de corte para la máxima calificación del instrumento de validación.....	204
Tabla No. 27. Resultado final validación del instrumento de medición .....	204
Tabla No. 28. Relación de actividades lúdica en los escenarios de intervención para las pruebas del Diseño Experimental.....	205
Tabla No. 29. Ponderación de factores por cada tratamiento o combinación. Docentes 1, 2 y 3.....	212
Tabla No. 30. Frecuencias de resultados análisis descriptivo. ....	214
Tabla No. 31. Rendimiento académico promedio en prueba piloto. ....	214
Tabla No. 32. Determinación del tamaño de muestra, de acuerdo con el análisis de curvas de operación característica. ....	218
Tabla No. 33. Análisis descriptivo de los resultados ponderación en prueba piloto. ....	221
Tabla No. 34. Análisis descriptivo de los resultados ponderación en prueba final.....	221
Tabla No. 35. Rendimiento académico obtenido por los participantes del experimento en la prueba final. ....	223
Tabla No. 36. Codificación inicial (abierta) de las percepciones de los estudiantes sobre la metodología lúdica.....	232
Tabla No. 37. Propuesta de procedimiento para un Diseño Experimental.....	242



## LISTA DE IMÁGENES

Imagen No. 1. Desarrollo de una actividad lúdica del grupo GEIO. ....	134
Imagen No. 2. Desarrollo de la prueba piloto .....	211
Imagen No. 3. Resultados Análisis de Varianza. Minitab 15.0 .....	215
Imagen No. 4. Resultados Intervalos de confianza Bonferroni.....	226
Imagen No. 5. Resultados Análisis de Varianza prueba final .....	227

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico No. 1. Ponderación de niveles para análisis de confiabilidad del instrumento de evaluación .....	196
Gráfico No. 2. Comparación descriptiva de los resultados de ponderación, prueba piloto y prueba final. ....	197
Gráfico No. 3. Porcentaje de estudiantes con resultado en variable de respuesta para cada nivel. ....	213
Gráfico No. 4. Comparación resultados ponderación. ....	222
Gráfico No. 5. Análisis de distribución de los residuos. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk. ....	224
Gráfico No. 6. Representación de la comparación de la prueba de normalidad. ....	224
Gráfico No. 7. Prueba de igualdad de varianzas para la variable de respuesta.....	225
Gráfico No. 8. Efectos principales para la variable de respuesta.....	228
Gráfico No. 9. Interacción de los dos factores para la variable de respuesta. ....	230

## LISTA DE DIAGRAMAS

Diagrama No. 1 Esquema del marco referencia .....	141
Diagrama No. 2. Sistematización de la etapa de planeación del diseño experimental. ...	180
Diagrama No. 3. ¿Cómo se desarrollará el experimento? .....	209
Diagrama No. 4. Representación de las diferentes etapas del desarrollo del experimento. .....	210
Diagrama No. 5. Dimensiones de la categoría Aproximaciones al método constructivista .....	233
Diagrama No. 6. Dimensiones categoría Utilidad de la Metodología .....	234
Diagrama No. 7. Dimensiones categoría Percepciones .....	235
Diagrama No. 8. Dimensiones categoría Teoría vs Lúdica .....	236
Diagrama No. 9. Relación de categorías cualitativas.....	237

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. RELACIÓN JOURNALS CONSULTADOS – ARTÍCULOS ENCONTRADOS.	258
Anexo 2. PROYECTO FORMATIVO PROCESOS ESTOCÁSTICOS .....	284
Anexo 3. DOCUMENTOS DE LAS LÚDICAS DESARROLLADAS EN EL EXPERIMENTO .....	285
Anexo 4. ENUNCIADO TALLER PROCESOS ESTOCÁSTICOS – COMPETENCIA MANEJO DE PROCESOS MARKOVIANOS.....	307
Anexo 5. CUESTIONARIOS PLANTEADOS COMO COMPLEMENTO AL DESARROLLO DE LOS ESCENARIOS RECREADOS PARA LA EVALUACIÓN DL DESEMPEÑO DE LA COMPETENCIA ESPECÍFICA <i>MANEJO DE PROCESOS MARKOVIANOS PARA FORTALECER LA TOMA DE DECISIONES</i> .....	311
Anexo 6. CUESTIONARIO PARA DETERMINAR EL COEFICIENTE DE CONOCIMIENTO DE LOS EXPERTOS.....	314
Anexo 7. ENCUESTA CRITERIO DE EXPERTOS PARA VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN DE COMPETENCIA.....	316

## GLOSARIO

**Diseño Experimental:** Técnica estadística para diseñar, analizar y ejecutar un experimento con unas condiciones específicas.

**Factor:** Variable o conjunto de variables que están influenciando la variable principal de estudio.

**Variable de respuesta:** Variable de interés del estudio, que está siendo afectada por el conjunto de factores objeto de estudio.

**Bloques:** Formación de diferentes factores que se pueden controlar en un experimento y que no interfieren en el comportamiento de la variable de respuesta.

**Nivel:** Cada uno de los componentes en que se divide un factor. Pueden ser numéricos o categóricos.

**Tratamiento:** Cada una de las combinaciones de niveles de cada factor en el estudio del experimento.

**Diseño factorial:** Tipo de diseño experimental que hace uso de diferentes factores, con sus niveles específicos, en el análisis estadístico del problema en estudio.

**Efectos principales:** Análisis estadístico que se realiza al conjunto de tratamientos para identificar el grado de influencia de uno o varios factores sobre la variable de respuesta.

**Homocedasticidad:** Prueba de homogeneidad de varianzas. Especialmente utilizada para la clasificación de los datos de estudio en paramétricos o no paramétricos. De esta prueba y de la normalidad depende la potencia de diferentes pruebas estadísticas.

**Normalidad:** Prueba de condiciones de normalidad de los residuos del modelo de Diseño Experimental. Indica qué tan cercanos están los residuos frente a una distribución de probabilidad Normal.

**Competencia:** Capacidad de desarrollar determinada actividad con un conjunto de conocimientos previamente adquiridos, valores, aptitudes y habilidades específicas.

**Evaluación:** Proceso mediante el cual se pone a prueba la fortaleza en diferentes conceptos o conocimientos.

**Ingeniería:** Aplicación de la ciencia a los propósitos comunes de la vida.

**Procesos Estocásticos:** Disciplina que estudia el comportamiento de diferentes sistemas que cuentan con un grado de incertidumbre. Procesos aleatorios.

**Cadenas de Markov:** Herramienta de análisis de un proceso estocástico, con un procedimiento específico.

**Rúbrica:** Instrumento de evaluación de desempeño por competencias, especialmente usado en la evaluación de comportamientos en escenarios recreados.

**Conductas observables:** Comportamientos definidos que pueden reflejarse en el desarrollo de determinada actividad.

**Nivel:** Definición de la posición en que una persona se puede ubicar, de acuerdo con un comportamiento o conducta evidenciada. Por lo general son niveles categóricos.

**Frecuencia:** Número de ocasiones en que se evidencia el comportamiento o el resultado de una actividad desarrollada por la misma persona. Se asocia un porcentaje de frecuencia, con el ánimo de cuantificar los resultados.

**Ponderación:** Factor de cuantificación de los niveles alcanzados en una competencia determinada, de acuerdo con un grado de frecuencia alcanzado.

**Lúdica:** Escenario que recrea la realidad a pequeña escala sobre un sistema determinado. Permite disfrutar, hibridar, construir, conjugar, significar y resignificar diferentes conceptos relacionados con el sistema.

**Transición:** Paso de un estado a otro, definido por una relación de probabilidad de ocurrencia.

**Estados:** Cada una de las posibles situaciones que puede evidenciar un sistema en estudio.

**Probabilidades de transición:** Probabilidad de ocurrencia del paso de un estado a otro. Número de veces que sucede realmente el paso de un estado a otro (medido por una transición) sobre el número de veces que puede ocurrir.

**Estado estable:** Propiedad de los estados cuando luego de un largo tiempo de análisis, pueden llegar a tener un comportamiento homogéneo.

**Sistema productivo:** Conjunto de actividades que están interrelacionadas entre si y que determinan la transformación de unas materias primas para lograr un producto terminado (bien o servicio).

## **RESUMEN**

El presente trabajo expone la planeación, diseño, ejecución y validación de un sistema de formación por competencias en una asignatura del Programa de Ingeniería Industrial, donde se evalúa el impacto que dos metodologías de enseñanza (una basada en clases magistrales y otra basada en la lúdica seguida en el grupo de investigación GEIO), en el rendimiento académico de los estudiantes. Se toma como línea base una competencia específica del proyecto formativo Procesos Estocásticos.

Esta investigación ilustra dos ejes fundamentales de análisis: uno basado en la aplicación del Diseño Experimental como herramienta estadística de validación, y otro enfocado hacia una propuesta de evaluación de un sistema de formación por competencias, de acuerdo con el nuevo esquema curricular en que trabaja el programa de Ingeniería Industrial.

El planteamiento del Diseño Experimental incluyó la definición del problema de investigación: El sistema de Educación Superior en Colombia expone la necesidad de transformar las estrategias de enseñanza y de formación profesional en Ingeniería, para lograr un acercamiento a sistemas de aprendizaje significativo en los estudiantes del siglo XXI. Por tal razón se plantea un interrogante sobre cómo evaluar dos estrategias pedagógicas en el sistema de enseñanza de la Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira, valorando el rendimiento académico de sus estudiantes.

En el proceso de planeación del Diseño Experimental incluyó la definición de la variable de respuesta, factores como Docente (factor de bloqueo), promedio académico durante la carrera (con niveles alto, medio y bajo), y metodología de enseñanza (en sus niveles tradicional y lúdica). El análisis de efectos principales y de varianzas (ANOVA) se convirtió en las herramientas de estudio principales dentro de la tipología de Diseño Factorial.

Un análisis de evaluación de desempeño por competencias fue propuesto, de tal forma que se construyó una rúbrica de evaluación, además del planteamiento del sistema de valoración basado en escenarios de aplicación y de validación de la competencia específica de interés.

Los resultados exponen que estadísticamente no hay diferencia significativa para afirmar que en promedio el rendimiento académico del estudiante está influenciado directamente por una u otra metodología de enseñanza. Este también se analiza desde el planteamiento del nuevo esquema de evaluación, donde se puede apreciar que estudiantes con promedio de carrera bajo tienen un desempeño mayor en la prueba realizada. Lo anterior proporciona el planteamiento de una serie de inquietudes, reflexiones y complemento de análisis cualitativo con respecto a la pregunta de investigación.

## **SUMMARY**

The present study describes the planning, design, implementation and validation of a system of competency-based training in a course of Industrial Engineering program, where the impact of two teaching methodologies are evaluated, (one based on traditional classes and other based on hands-on activities from GEIO's research group), in student's academic performance. A base line is taken, a specific competence from Stochastic Process subject (formative project).

This research shows two fundamental axes of analysis: one based on Experimental Design application as a validation statistic tool, and the other focused on evaluation proposal of competences formation system, related to new curriculum framework in Industrial Engineering program.

Experimental Design is planned with a researching problem definition: The Higher Education System in Colombia shows the need of change the teaching strategies and Engineering education, to achieve a meaningful learning system in students of s. XXI. For this reason this project plans how evaluate two pedagogic strategies in Industrial Engineering of Universidad Tecnológica de Pereira, assessing the academic performance of students.

In Experimental Design planning process was defined response variable, factors like Teacher (blocking factor), academic average during the career (with higher, medium and lower levels), and teaching methodology (with traditional and hands-on activities). Principal effects and ANOVA were the principal study tools in Factorial Design tipology.

A competence valuation analysis was proposed, related to the building a strategy of rubric evaluation, and a assess system based on application scenarios and specific competence validation.

The results show that statistically there is not significance difference to say that student achievement average is directly influenced by some of the pedagogical methodologies of the study. It also analyses the proposal of a new evaluation framework, where ii could show that students with lower level of academic career average has a higher performance. This provides an approach of a set of questions, reflections and complement of qualitative analysis related to researching question.



## INTRODUCCIÓN

La presente investigación desarrolla un proceso de diseño, planeación, ejecución y validación de un experimento en el aula de clases de una asignatura del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira. En este escenario se propone el estudio de un grupo experimental y un grupo de control, de tal forma que la variable principal de análisis corresponde al rendimiento académico obtenido por el estudiante en su ruta formativa (según esquema de formación por competencias). El factor principal de análisis corresponde a la metodología apropiada en el salón de clases para el proceso de aprendizaje del estudiante. La aplicación de un Diseño Experimental debidamente planeado y ejecutado en un semestre académico corresponde a la síntesis de un análisis estadístico del modelo planteado, donde también se hace uso del sistema de formación por competencias y su mecanismo de evaluación respectiva.

Durante las últimas décadas en los procesos de educación en ingeniería, diferentes personajes se han dedicado a plantear un nuevo significado en sus modelos educativos, vinculando un proceso de transformación de un esquema de metodología de enseñanza netamente tradicional, hacia la incorporación de diferentes prácticas pedagógicas que promuevan espacios de aprendizaje activo, donde el estudiante esté más involucrado y tenga mayor participación en su propio proceso de aprendizaje. Se habla de técnicas constructivistas o socio-constructivistas para fortalecer el proceso de formación integral de los ingenieros del siglo XXI.

El planteamiento del Diseño Experimental comienza con la identificación de la variable de respuesta (rendimiento académico de los estudiantes objeto de estudio), los factores de evaluación (tanto perturbadores como no perturbadores), los que son de control y no controlables, el tipo de diseño experimental en el que se debe realizar el análisis estadístico (paramétrico o no paramétrico), el planteamiento del instrumento de evaluación (en este caso de evaluación por competencias), su respectivo método de validación, análisis e ilustración de resultados del experimento una vez ejecutado.

El esquema de formación que se sigue en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira, corresponde a un proceso de formación por competencias, en donde, desde la perspectiva de la asignatura objeto de estudio, se logra identificar una competencia específica de interés para el presente proyecto. Una vez identificada su definición, niveles y conductas observables, se propone un esquema de evaluación de desempeño por competencias, con ayuda de la rúbrica como instrumento de valoración y ponderación, según unas frecuencias dadas.

El mecanismo de evaluación por competencias también incluye la generación de un procedimiento diferente de evaluación, en donde se plantea la creación de un escenario lúdico en donde el estudiante participa activamente, interactúa con sus compañeros bajo

un rol determinado, según el contexto, y posteriormente desarrolla un cuestionario debidamente planteado y validado por los docentes expertos; y es en este escenario de evaluación donde se observan las conductas, comportamientos y desarrollo de actividades necesarias para la evaluación de competencias. Una vez se acude a este proceso de evaluación, se aplica el procedimiento de ponderación (con la vinculación de frecuencias asociadas al número de veces u ocasiones que el estudiante manifiesta este comportamiento), y es allí donde se cuantifica el resultado del rendimiento del mismo, y se convierte en el insumo para el análisis del modelo estadístico.

Se desarrolla la metodología de análisis estadístico con ayuda del software Minitab 15.0, para realizar ANOVA, análisis de efectos de interacción y estudio de normalidad y homocedasticidad de los datos inicialmente. El conjunto de resultados obtenidos ofrecen un primer acercamiento hacia la pregunta de investigación, relacionada con el impacto que generan diferentes metodologías de enseñanza en el rendimiento académico del estudiante. Además estos resultados se complementan con un análisis cualitativo de la percepción que los estudiantes obtuvieron en su participación dentro del experimento.

Finalmente se introduce una reflexión y planteamiento de inquietudes frente a los resultados obtenidos en el modelo estadístico, complementado con el análisis cualitativo. Se propone un Diseño Experimental Ideal, desde su momento de planificación para futuros trabajos y desarrollos a partir de este primer ejercicio, además de la incorporación de un modelo de evaluación por competencias específico, en donde se pretende hacer uso de la lúdica como herramienta de enseñanza y también como escenario de evaluación del desempeño en el contexto de la educación en ingeniería.

# 1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

## 1.1. TÍTULO

ENSEÑANZA TRADICIONAL vs METODOLOGÍA LÚDICA. UN DISEÑO EXPERIMENTAL PARA MEDIR EL IMPACTO DE COMPETENCIAS ESPECÍFICAS EN UNA ASIGNATURA DEL PREGRADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

## 1.2. AREA DE INVESTIGACIÓN

Para la realización del proyecto se requiere de conocimientos en las áreas de:

- Educación en Ingeniería (Ingeniería Industrial en particular)
- Estadística (Diseño Experimental)

## 1.3. MATERIAS DE INVESTIGACIÓN

- Diseño de Experimentos
- Métodos de enseñanza práctica (a través de la lúdica)

## 1.4. COBERTURA DEL ESTUDIO

### 1.5.1. Delimitación del estudio

El estudio requiere una delimitación debido a la complejidad, ya que se hace necesario controlar factores para evaluar el desempeño académico de estudiantes de una asignatura del pregrado en Ingeniería Industrial, factores como docente, temática a abordar, jornada de estudio, entre otros. Esta delimitación parte de una ubicación espacial, demográfica y temporal para alcanzar resultados concretos y así lograr los objetivos propuestos, desde los siguientes aspectos:

Espacial: Formarán parte del estudio los estudiantes del pregrado en Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira. Se determina también que estos estudiantes se encuentren matriculados en grupos que tengan el mismo docente.

Demográfica: Se obtendrá información cuantitativa de fuentes primarias conformadas por un instrumento de evaluación aplicado a los estudiantes de una asignatura del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira

Temporal: El estudio se llevará a cabo entre los años 2012 y 2013.

## **1.5. CAMPO DE INTERÉS**

### **1.5.1. Académico**

Desde el punto de vista académico la presente investigación toma importancia en la elaboración de una propuesta válida para complementar los procesos de enseñanza-aprendizaje que contribuyan a una formación integral del Ingeniero Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira. Los resultados obtenidos podrán dar evidencia estadística de la importancia y la relevancia que tienen las nuevas prácticas pedagógicas, como aquellas basadas en la lúdica, en el proceso de aprendizaje del estudiante; y de esta forma se podrá aplicar una herramienta pedagógica muy útil en la apropiación y desarrollo de competencias clave en las áreas relacionadas con esta disciplina.

### **1.5.2. Empresarial**

De manera indirecta, el proceso de formación del ingeniero industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira, en especial enfocado en competencias desde el área de Investigación Operativa, le permitirá al sector empresarial, en un mediano y largo plazo, contar con un profesional más competente, que responda de manera directa y creativa a las necesidades del entorno laboral.

### **1.5.3. Personal**

Como interés personal se tendrá la posibilidad de aplicar los conocimientos adquiridos en el postgrado y obtener el título de Magíster en Investigación Operativa y Estadística.

## **1.6. ENTIDADES RESPONSABLES**

- Académica: Facultad de Ingeniería Industrial a nivel de postgrado desde la Maestría en Investigación Operativa y Estadística.
- Institucional: Universidad Tecnológica de Pereira.

## **1.7. DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO**

Wilson Arenas Valencia. Magíster en Investigación Operativa y Estadística. Especialista en Administración del Desarrollo Humano y Organizacional. Decano Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Tecnológica de Pereira.

## **2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

Este capítulo expone una serie de artículos relacionados con la temática central del proyecto, correspondientes a una revisión bibliográfica internacional y nacional sobre las investigaciones que se han realizado en el campo de Educación acerca de la medición de metodologías de enseñanza activa, en comparación con metodologías de enseñanza tradicional.

Se han consultado en directorios y journals relacionados con el objetivo general del presente proyecto, en el Anexo 01, se consolida una tabla que resume las características de la búsqueda: nombre y descripción del journal consultado, título del artículo, idea central del artículo, temáticas hacia la cual aplica, (desde el punto de vista del alcance del presente proyecto) y un vínculo directo al artículo completo. Una parte de esta tabla se ilustra a continuación:



### 2.1.1. Título: The Relationships between Students' Conceptions of Learning Engineering and their Preferences for Classroom and Laboratory Learning Environments

**Resumen:** Los autores plantean un estudio de las concepciones de los estudiantes de pregrado en Ingeniería sobre el aprendizaje en esta disciplina, desde dos escenarios llamados "salón de clases" y "laboratorio". El estudio presenta una evaluación que hacen los estudiantes a través de una encuesta llamada CLE, (Concepciones de Aprendizaje en Ingeniería por sus siglas en inglés), y exponen las diferentes percepciones que tienen sobre el estilo de aprendizaje en ingeniería y su inclinación hacia alguno de los dos escenarios planteados. Un análisis ANOVA se utilizó para encontrar que los estudiantes que prefieren el salón de clases tienden a conceptualizar el aprendizaje en ingeniería como "a prueba de" y "calculando y practicando", mientras que los estudiantes que prefirieron los laboratorios expresaron concepciones de aprendizaje en ingeniería como "incrementa el conocimiento", "aplicación", "comprensión", y "lo vemos como una nueva forma". Posteriormente, los estudiantes responden a dos preguntas a través de un ensayo, en los cuales concluyen que los ambientes de aprendizaje que son centrados en el estudiante, interactivos, y donde el docente es un facilitador, ayuda a los estudiantes de ingeniería a desarrollar concepciones más fructíferas de aprendizaje en ingeniería.

**Autores e Institución:** CHIA-CHING LIN, Graduate Institute of Engineering, National Taiwan University of Science and Technology. CHIN-CHUNG TSAI, Graduate School of Technological and Vocational Education, and Graduate Institute of Engineering National Taiwan University of Science and Technology

#### Criterio de Búsqueda

- **Journal consultado:** Journal of Engineering Education JEE. <http://www.jee.org/>
- **Descripción del journal:** El Journal of Engineering Education (JEE) es una revista revisada por pares internacionales y publicada trimestralmente por la American Society for Engineering Education (ASEE) en asociación con la comunidad global de sociedades de educación en ingeniería.
- **Fecha de publicación del artículo:** Abril de 2009.

**Palabras clave:** Concepciones de aprendizaje en ingeniería, laboratorio, ambiente de aprendizaje.

**Objetivo:** La investigación mostrada por el autor persigue tres metas:

1. Desarrollar una encuesta cuantitativa llamada CLE, (Conceptions of Learning Engineering), para evaluar las concepciones de los estudiantes de ingeniería sobre aprendizaje en ingeniería.
2. Investigar las relaciones entre concepciones de aprendizaje en ingeniería y preferencias sobre los ambientes de aprendizaje.

3. Identificar las características que los estudiantes percibieron para apoyar su aprendizaje en ingeniería en sus ambientes de aprendizaje preferidos.

### **Desarrollo de las categorías para la encuesta sobre concepciones de aprendizaje en ingeniería.**

Se plantea para el estudio la definición de siete categorías de las concepciones del aprendizaje en Ciencias, las cuales servirán como criterio de evaluación:

1. Memorizar: Evaluar las concepciones de los estudiantes que aprenden ingeniería es para memorizar el objeto de la materia, por ejemplo, aprender a memorizar las definiciones, fórmulas, y leyes expuestas en el texto.
2. Probar: Medir las concepciones de los estudiantes que aprenden ingeniería es lograr mejores desempeños en las pruebas, por ejemplo, aprender ingeniería es adquirir certificación por pasar los exámenes.
3. Calculando y practicando: Evaluar las concepciones de los estudiantes para aprender ingeniería requiere un poco de práctica para calcular una respuesta precisa, por ejemplo, aprendizaje de la ingeniería es aprender los conocimientos de ingeniería repetidamente analizando un problema de ajuste de cuentas.
4. Incrementar el conocimiento: Evaluar las concepciones de los estudiantes de ingeniería es adquirir abundante dominio del conocimiento, por ejemplo, adquirir conocimiento relevante y habilidades para analizar los datos experimentales.
5. Aplicar: Medir las concepciones de los estudiantes para el aprendizaje en ingeniería es aplicar conocimiento de ingeniería a situaciones prácticas, por ejemplo, aprender ingeniería es resolver problemas relacionados con la ingeniería en el mundo real.
6. Comprender: Evaluar las concepciones de los estudiantes para aprender ingeniería es entender el significado del conocimiento en ingeniería, por ejemplo, aprender ingeniería es entender el mecanismo del procedimiento de experimentación.
7. Ver otra nueva forma: Medir las concepciones de los estudiantes de ingeniería es desarrollar nuevas perspectivas sobre tópicos en ingeniería, por ejemplo, aprendizaje en ingeniería es encontrar un mejor camino para ver los fenómenos naturales u objetos acorde a la teoría previa.

Estas categorías se dividen en dos partes, según expertos, estos siete factores se dividen en dos partes:

**PERSPECTIVA CUANTITATIVA:** Memorizar, probar, calcular y practicar, incrementar el conocimiento. (Qué tanto se aprende)



PERSPECTIVA CUALITATIVA: Aplicar, comprender, ver otra nueva forma. (Qué tan bien el material es aprendido)

Todos estos ítems se representan en escala LIKERT desde 1 hasta 6:

1: Muy en desacuerdo    6: Muy de acuerdo

### **Colección y análisis de datos**

Al aplicar la encuesta CLE, se les comunicó a los estudiantes la concepción de los dos diferentes escenarios: "salón de clases" corresponde a las actividades basadas en lecturas, y la configuración "laboratorio" se refiere a actividades activas e interactivas.

Bajo estas dos configuraciones, se les preguntó a los estudiantes sobre su ambiente de aprendizaje preferido, localizando un total de 100 puntos entre estas dos configuraciones. Posteriormente, los autores aplicaron el método de análisis factorial exploratorio con el componente principal extracción y rotación varimax a través de software SPSS 12, para evaluar y validar los resultados desde estas herramientas estadísticas. Los puntajes obtenidos por los estudiantes fueron analizados subsecuentemente por el método de agrupación de las k-medias, método que analiza para este caso el rendimiento de los diferentes grupos de estudiantes y sus ambientes de aprendizaje preferidos.

Como segunda fase del experimento, se procede a un análisis cualitativo, en donde se les pide a los estudiantes que elaboren un ensayo que responda dos preguntas: "¿En su ambiente de aprendizaje preferido, que entiende usted por aprendizaje en Ingeniería? y ¿En el ambiente de aprendizaje preferido por usted, cómo aprende el conocimiento en ingeniería?". Lo expuesto por los estudiantes a través de estos ensayos sobre el ambiente de aprendizaje preferido fueron las bases para interpretar las concepciones de los estudiantes sobre aprendizaje en ingeniería en sus ambientes preferidos.

El método de análisis de los ensayos consistió en leerlos separadamente y subrayar las oraciones en las que los estudiantes expresaron conceptos sobre aprendizaje en ingeniería. Los evaluadores examinaron mutuamente los subrayados de los estudiantes, para identificar temas relevantes. Esto se conoce como una inducción hacia el análisis del contenido de los escritos para explorar las concepciones sobre aprendizaje de los estudiantes.

### **Resultados**

**Análisis factorial exploratorio.** Los autores plantearon un análisis exploratorio para confirmar la validez de la encuesta CLEI, de 39 ítems seleccionados para plantear en la encuesta sobre la temática de aprendizaje en ingeniería desde los dos escenarios, (laboratorio y salón de clases), se obtuvo una puntuación inferior a 0,4 para 5 de estos ítems, por lo cual fueron excluidos. Los 34 ítems se agruparon en 7 factores, los cuales

fueron validados para clarificar la estructura de la encuesta. El índice de confianza para cada factor fue de 0.77, 0.77, 0.82, 0.89, 0.85 0.89 y 0.89. El índice total (alpha) es de 0.93. Estos coeficientes indican claramente un nivel satisfactorio de consistencia interna. Analizando los resultados, en promedios y desviaciones estándares de los factores identificados y puestos a prueba con los estudiantes, se encuentra que, por ejemplo, que el factor "Probar (testing)" tiene una media de 4.05 y una desviación de 0.86, en la escala likert [1-6], lo anterior indica que los estudiantes en este estudio no consideraron como el más alto propósito de aprendizaje en ingeniería el hecho de obtener un alto puntaje en sus exámenes.

Así mismo, los puntajes globalmente muestran que los estudiantes están relativamente más de acuerdo con el ambiente del laboratorio que el de salón de clases. Sin embargo, los resultados implican que los estudiantes, en promedio, tienen preferencias similares para los ambientes de aprendizaje en las aulas y en los laboratorios.

**Agrupando las preferencias de los ambientes de aprendizaje.** En cuanto a la respuesta relacionada con la preferencia de un ambiente de aprendizaje, (laboratorio o salón de clases), los autores identificaron la necesidad de clasificar dichos resultados finalmente en tres grupos, porque producía la más clara distinción entre los patrones de preferencia dentro del grupo, (preferencia por el salón de clases, preferencia por el laboratorio y preferencia mixta, por ambos escenarios). Esto serviría para caracterizar las concepciones del aprendizaje en ingeniería, dentro de cada grupo.

**Las concepciones de aprendizaje en ingeniería y preferencias sobre el ambiente de aprendizaje.** Para entender las relaciones entre las concepciones de los estudiantes sobre el aprendizaje en ingeniería y sus preferencias sobre el ambiente de aprendizaje, se empleó una serie de análisis ANOVA para examinar relaciones bajo la esquematización de los tres grupos. Los resultados se muestran en la tabla siguiente:

	M	T	CP	I	A	U	S
	Mean, (S.D.)	Mean, (S.D.)	Mean, (S.D.)	Mean, (S.D.)	Mean, (S.D.)	Mean, (S.D.)	Mean, (S.D.)
1. Cluster 1: ( C+L )	4.65 (0.66)	4.15 (0.79)	4.62 (0.77)	4.76 (0.67)	4.40 (0.89)	4.74 (0.69)	4.56 (0.73)
2. Cluster 2: ( C )	4.63 (0.75)	4.15 (0.85)	4.80 (0.78)	4.68 (0.88)	4.22 (0.89)	4.57 (0.85)	4.40 (0.94)
3. Cluster 3: ( L )	4.41 (0.76)	3.70 (0.97)	4.45 (0.83)	5.08 (0.69)	4.61 (0.87)	4.99 (0.69)	5.12 (0.76)
F(ANOVA)	2.95	7.59**	3.50*	6.52**	3.66*	6.00**	17.10***
Scheffé test	N/A	1 > 3 2 > 3	2 > 3	3 > 1 3 > 2	3 > 2	3 > 2	3 > 1 3 > 2

\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$

M: Memorizing; T: Testing; CP: Calculating and practicing; I: Increasing one's knowledge;

A: Applying; U: Understanding; S: Seeing in a new way

C+L: preference for both classroom and laboratory; C: preference for the classroom; L: preference for the laboratory.

Tabla No. 1: Relaciones entre las concepciones de los estudiantes sobre el aprendizaje en ingeniería y sus preferencias sobre el ambiente de aprendizaje.

De la clasificación donde los estudiantes tienen igual preferencia por un ambiente de salón de clases y uno de laboratorio, se encuentra que los estudiantes se inclinan por los factores "Incrementar el conocimiento de cada uno" y "Comprender". Para la clasificación del salón de clases, en promedio los estudiantes le dan una puntuación de 4.8 al factor "Calculando y Practicando" como factor importante en el aprendizaje en ingeniería.

Los resultados evidencian, además, que existen diferencias significativas entre los grupos sobre los factores "probar", "calcular y practicar", "incrementar el conocimiento", "aplicar", "entender", y "ver una nueva forma".

Una serie de pruebas post-hoc fueron conducidas para hacer comparaciones sobre los diferentes grupos seleccionados. Los resultados para el factor "probar" revelan que los estudiantes del grupo 3 (con preferencia por el laboratorio), tuvieron un valor de significancia menor que los estudiantes en el grupo 2 (preferencia por el salón de clases).

**Características de las preferencias en ambientes de aprendizaje que apoyan el aprendizaje en ingeniería.** Al analizar los ensayos, se identifican unas categorías o temas clave de acuerdo con el análisis de los estudiantes que participaron en el experimento:

Tema 1: Orientación a los ambientes de aprendizaje. Los estudiantes de la clasificación 3 (preferencia por el laboratorio) percibieron que a través de un entrenamiento práctico en el

laboratorio, pueden encontrar datos dentro del experimento para guiar su proceso de aprendizaje.

Tema 2: El rol del profesor. Los estudiantes quienes prefieren el ambiente de aprendizaje en el laboratorio expresan la necesidad de que el profesor se muestre como un guía y facilitador de su proceso de aprendizaje en ingeniería.

Tema 3: Oportunidades para la interacción con sus compañeros. Los estudiantes en el grupo 3, quienes prefieren el ambiente de laboratorio, tienen más oportunidades para participar y discutir el material con sus compañeros.

### **Conclusiones y discusiones**

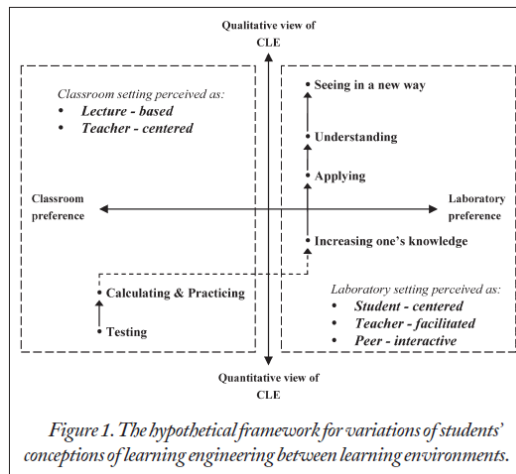
De manera general, los resultados indican que los estudiantes expresan diferentes preferencias para los ambientes de aprendizaje y algunas concepciones diferentes de aprendizaje en ingeniería.

Se concluye también que, los ambientes de aprendizaje que están más orientados hacia el estudiante, donde el docente es un facilitador y se permite una interacción con sus compañeros, pueden ser cruciales en el desarrollo de las concepciones del estudiante sobre el aprendizaje en ingeniería, en factores como "entender" y "ver de otra forma".

El análisis realizado desde los ensayos de los estudiantes, permitió interpretar las variaciones en las concepciones sobre ambientes de aprendizaje. Los estudiantes percibieron que el ambiente de aprendizaje en el laboratorio es más preferido que en el salón de clases, ya que en el laboratorio pueden manipular los datos experimentales, en función de adquirir una mayor comprensión de los temas, la orientación del profesor es hacia ofrecer una guía en el proceso de aprendizaje, y por último, los estudiantes consideran que en el laboratorio tienen más oportunidades de interactuar con sus compañeros, discutir y resolver problemas en equipo.

Los resultados indican que los estudiantes de ingeniería que prefieren el ambiente de aprendizaje a través del laboratorio tienden a poseer relativamente una visión más cualitativa del aprendizaje en ingeniería. Sin embargo, de acuerdo con la Tabla 1, los estudiantes de ingeniería con preferencias de laboratorio también muestran la concepción del aprendizaje en ingeniería como "Incrementa el conocimiento de cada uno", lo que se puede considerar como una percepción relativamente cuantitativa en este estudio.

La hipótesis mostrada en la figura 1 sugiere que las concepciones de los estudiantes de ingeniería sobre aprendizaje en ingeniería pueden cambiar de cuantitativa a cualitativa, junto con la transición de las preferencias de los ambientes de aprendizaje desde el salón de clases a la configuración de laboratorio, en apoyo de preferencia de aprendizaje en ingeniería.



Los hallazgos de este estudio revelaron que los estudiantes de ingeniería valoran un ambiente de aprendizaje que es más centrado hacia los estudiantes, permite la interacción con los demás compañeros y el profesor es un facilitador.

### Aportes al presente proyecto

ESTRUCTURA DEL CONTENIDO DEL ARTÍCULO	APOORTE AL PRESENTE PROYECTO
<p>Estudio de la concepción de los estudiantes sobre el aprendizaje en ingeniería, a través del planteamiento de dos escenarios: "laboratorio" y "salón de clases".</p> <p><b>Objetivos:</b> Desarrollar una encuesta cuantitativa para evaluar las concepciones de los estudiantes sobre el aprendizaje en ingeniería. Establecer relaciones de éstas concepciones con ambientes de aprendizaje e identificar características percibidas para retroalimentar las relaciones anteriores.</p> <p><b>Escenario de aplicación:</b> Estudiantes de Ingeniería.</p> <p><b>Instrumento de evaluación:</b> Evaluación a través de la encuesta CLE (Concepciones de Aprendizaje en Ingeniería). Luego, expresan sus apreciaciones a través de un ensayo. Por medio de la encuesta identifican siete factores diferenciadores de la concepción de enseñanza. ("probar", "calcular y practicar", "incrementar el conocimiento", "aplicar", "entender", y "ver</p>	<p>Estudio sobre el impacto que genera una metodología de enseñanza-aprendizaje activa, en comparación con una metodología de enseñanza-aprendizaje tradicional.</p> <p>Se puede establecer una analogía entre lo que los autores denominan escenario "laboratorio" y "salón de clases" con las metodologías seguidas en los mismos para el presente proyecto.</p> <p>Evaluación. Evaluación de dominio de conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis, evaluación. Evaluación cuantitativa para obtener un dato numérico.</p> <p>La estructura de la evaluación se desarrollará a través de la evaluación por competencias, en donde se identificarán las competencias a formar en la asignatura objeto de estudio, y se plantearán determinados niveles, para evaluar a</p>

<p>una nueva forma").</p> <p><b>Método de análisis utilizado:</b> Se realiza un análisis ANOVA para generar resultados obtenidos de la encuesta, y una categorización básica para analizar la información obtenida de los ensayos.</p> <p>Dentro de los resultados, los autores decidieron clasificarlos en tres grandes grupos (clusters): Preferencia por el salón de clases, preferencia por el laboratorio y preferencia mixta. Esto con el fin de caracterizar las concepciones del aprendizaje en ingeniería, dentro de cada grupo.</p> <p><b>Consideraciones adicionales:</b> Los resultados del análisis cuantitativo muestran diferencias significativas entre los escenarios, para cada factor diferenciador identificado. Analizando un solo factor, por ejemplo "probar" se evidenció una diferencia significativa menor en el escenario de laboratorio que en el escenario salón de clases.</p> <p>En cuanto a los ensayos analizados, se lograron identificar tres categorías clave: Orientación a los ambientes de aprendizaje, el rol del profesor y oportunidades para la interacción con sus compañeros. En estas tres categorías los estudiantes que participaron en el escenario de laboratorio concluyeron positivamente en cuanto a que son factores importantes para la concepción del aprendizaje en ingeniería</p>	<p>través de observaciones conductuales y del desempeño de cada estudiante participante en el proceso de enseñanza-aprendizaje.</p> <p>Se plantea al igual que en artículo analizado, un espacio de realización de ensayos, en donde los estudiantes expresarán sus apreciaciones luego de vivenciar el proceso de enseñanza-aprendizaje a través de un escrito, que permitirá obtener información para ser analizada desde un punto de vista cualitativo.</p>
---	--

### 2.1.2. Título: Planning a Comparative Experiment in Educational Settings

**Resumen:** Buscando evaluar la eficacia de cualquier intervención en el campo de la medicina, la psicología y la educación, los autores plantean que un experimento bien diseñado, validado y evaluado estadísticamente es el mejor método para establecerla. Este artículo plantea los pasos necesarios para diseñar y desarrollar un experimento comparativo en el entorno educativo, y muestra cómo estos pasos son efectivos en el desarrollo de un curso introductorio de estadística. El presente trabajo ayuda a los investigadores a identificar factores potenciales cuando se está programando y diseñando un experimento en el campo educativo.

**Palabras clave:** Investigación cuantitativa; Eficacia; Evaluación; Educación en Estadística; Clickers.

**Autores e Institución:** Herle M. McGowan. North Carolina State University

#### Criterio de Búsqueda

- **Journal consultado:** Journal of Statistics Education.  
<http://www.amstat.org/publications/jse/>
- **Descripción del journal:** El Journal of Statistics Education difunde conocimiento para la mejora de la educación en estadística en todos sus niveles, incluyendo educación básica, básica secundaria, media, post secundaria y postgrados.
- **Fecha de publicación del artículo:** Volumen 19, No. 2, 2011.

#### Desarrollo del trabajo

**Objetivo.** Ilustrar los pasos necesarios para desarrollar un experimento comparativo, en el contexto de un experimento aleatorio para la enseñanza de un curso introductorio de estadística. Identificar los factores sobresalientes en un estudio del diseño experimental, y descubrir los posibles riesgos a la hora de programar y diseñar un experimento comparativo en el entorno educativo.

**Introducción.** En la actualidad, los investigadores del campo de la Educación están interesados en medir la efectividad de las nuevas prácticas pedagógicas en el salón de clases, y la metodología de investigación debe de ser de buena calidad para determinarla. Un experimento aleatorio bien diseñado es el mejor método de investigación. Los experimentos comparativos en el entorno educativo son eficientes, pocas veces son criticados, y su “puesta a prueba”, (su respectiva validación), juega un papel importante en cada fase de un programa de investigación educativa, tanto en los estudios iniciales como en los grandes proyectos de intervención educativa. Sin embargo, la actual comparación entre las metodologías educativas propuestas actualmente, indica que pueden ser mejoradas.

Se conciben comúnmente una serie de pasos para el diseño y análisis de un experimento en el salón de clases o en otros contextos:

- Definición de pregunta de investigación o hipótesis a ser probada. Cualquiera que sea la pregunta, en el campo de educación debe estar bien fundamentada en el entendimiento de cómo aprenden los estudiantes. El alcance de la pregunta también debe estar en concordancia con el estado actual del conocimiento en el campo de estudio.
- Identificar la variable de respuesta y variables del tratamiento. Al igual que con la pregunta de investigación, definir las variables del tratamiento y las salidas puede ser soportado por una revisión completa de la literatura para determinar la comprensión actual de la mejor práctica. La forma en que se medirá la variable de respuesta y las de tratamiento es importante, el mecanismo de evaluación propuesto por Kirkpatrick and Kirkpatrick (2006) exige 4 niveles: 1) los resultados deseados del tratamiento 2) los comportamientos necesarios para alcanzar estos resultados, 3) las actitudes, conocimiento o habilidades que pueden producir los comportamientos deseados, y 4) Detalles de la presentación –cómo presentar la intervención a los participantes de manera que reaccionen favorablemente a ella-.
- Especificar la planeación extensiva del diseño experimental. Una primera advertencia en esta etapa corresponde a garantizar que el experimento no perturbará las condiciones óptimas de desempeño de los estudiantes, debe darse la libertad de quien desee participar, y el procedimiento del experimento no debe ir en detrimento de su experiencia de aprendizaje.
- Definición del procedimiento, (selección de medidas, participantes y plan de aleatorización). Dentro de la selección de medidas, el instrumento de evaluación debe ser diseñado y validado con calidad. El uso de evaluaciones estandarizadas es preferible, ya que han tenido un proceso de prueba y refinamiento. Esto facilita la construcción de un cuerpo del conocimiento acerca de un tratamiento en particular, o de una salida particular.

Es importante identificar en la medición de las variables de tratamiento, las particularidades y condiciones que debe plantearse el investigador dentro del diseño experimental:

- a. Qué tecnología estará disponible para el instructor y/o para los estudiantes con la cual implementar el tratamiento?
- b. De cuánto tiempo se dispone para desarrollar el tratamiento? Esto puede variar desde algunos minutos hasta una actividad entera en el semestre.
- c. Cuántos tratamientos (dosis) son apropiados, o si es posible implementarlo con las restricciones dadas (por ejemplo, restricciones de tiempo, recursos, carga de trabajo)?
- d. Cuántos niveles del tratamiento son necesarios? Por ejemplo, si la pregunta de investigación es de la forma “Es mejor cuando se aplica el



tratamiento que cuando no?” entonces tendremos dos niveles (por ej. “con tratamiento” vs. “sin tratamiento”). Si la pregunta es de la forma “Cuántos tratamientos son mejor?” tendremos más de dos niveles (por ej. “alto” vs. “moderado” vs. “bajo”).

El número de niveles en los que el tratamiento es medido tendrá un impacto directo en el diseño de un experimento.

En la selección de los participantes, comúnmente se aplica a un curso en particular, y los estudiantes deben ser conocedores del experimento a desarrollar y si están de acuerdo en participar o no.

La aleatorización de las unidades experimentales a estudiar es importante, pero como se está trabajando con seres humanos, y en el entorno educativo, existen limitaciones para garantizar esta aleatoriedad de manera individual, (estudiante por estudiante para ser escogido en los grupos a ser comparados). Esta es la mejor forma cuando se habla de un tratamiento a nivel individual. Otra forma sería aleatorizar la clase completa para las condiciones del tratamiento, esto puede suceder si se cambia el orden de las secciones del programa o curso, donde se va a intervenir para comparar.

- Implementación, análisis y exposición de conclusiones de los datos. En el proceso de implementación, también se debe planear, herramientas como bitácoras, memorandos y diarios donde se registre lo que sucede en el proceso de cada implementación, brinda información necesaria para corregir, analizar y retroalimentar las intervenciones, además de suministrar suficiente información en la elaboración del proyecto final. También es importante tener claridad sobre la forma en cómo comunicar este plan a los instructores adicionales quienes podrían estar presentes en la implementación, una comunicación clara y constante. En cuanto al análisis de los datos, en investigación educacional, dos características comunes en el diseño que podrán afectar el análisis son la falta de aleatorización de los estudiantes de manera individual para las condiciones del tratamiento y la entrega del tratamiento para el grupo entero de estudiantes. Condiciones de aleatoriedad e independencia son importantes en un análisis de experimentos de carácter estadístico. En el proceso de análisis y conclusiones, es necesario identificar limitaciones del estudio. Una presentación y discusión de las limitaciones honesta, puede ser útil para planear replicaciones o experimentos similares, los cuales en turno ayudan a construir el cuerpo del conocimiento en un campo.

El presente artículo plantea los pasos anteriores para desarrollar un experimento comparativo y poder validar el efecto de nuevas prácticas pedagógicas en un curso introductorio de estadística.

## **Un ejemplo ilustrativo**

**Aquí se presenta una parte del gran proyecto llevado a cabo en un grupo de investigación educacional.** El propósito general del estudio fue explorar la efectividad de los Sistemas de Respuesta Personal, (Personal Response System, CLICKERS) como una herramienta pedagógica en Estadística. Los clickers son unos sistemas portátiles y remotos que le ayuda a los estudiantes a resolver preguntas, usualmente de selección múltiple que plantea el instructor en clase. Un software almacena y califica estas respuestas inmediatamente.

**Pregunta de investigación.** El instructor sintió que debería haber alguna mejora en el aprendizaje de sus alumnos con la implementación de los clickers como herramienta pedagógica, de manera que el problema de investigación es investigar si algunos usos de los Clickers son mejores que otros.

**Variables de respuesta:** Compromiso y aprendizaje.

En la definición del problema a investigar es necesario conocer la literatura sobre Clickers, dado que en estudios anteriores se ha identificado que esta práctica pedagógica trae beneficios para los estudiantes, aclarando que debe de existir un límite en su práctica, dado que se corre el riesgo de distraer más de la cuenta al estudiante, (puede acceder a internet antes de dar respuestas a las preguntas en el Clicker)

**Medición.** Para la medición, se cuenta con evaluaciones estandarizadas propuestas para Clickers, The Survey of Attitudes Towards Statistics, (SATS), fue utilizada para medir el compromiso, y para medir el aprendizaje se utilizaron algunos instrumentos de Herramientas Fuentes de Evaluación para Mejorar el Pensamiento Estadístico, (ARTIST por sus siglas en inglés)

**Aleatorización.** Para este caso, se aleatorizó el instructor de laboratorio, como el curso se presenta por secciones, y en diferentes momentos, se debe garantizar que todos los estudiantes estén en las mismas condiciones. Cada instructor de laboratorio enseñó en 2 a 3 secciones, y las condiciones del tratamiento se escogieron de manera aleatoria para ellos.

**Implementación del experimento.** Es importante mantener una constante comunicación con los otros instructores de laboratorio y con demás expertos interesados en el estudio. Memorandos y notas de las sesiones anteriores en clase deben ser estudiadas, al igual que la agenda de las próximas actividades, de manera que se pueda aplicar las retroalimentaciones que surgen después de estos encuentros.

Además, se debe identificar las variables del tratamiento y su relación con la pregunta de investigación, para que las preguntas planteadas en los instrumentos de evaluación, sean planteadas de forma clara y congruente.

## Resultados y conclusiones

El artículo presenta una serie de pasos para diseñar e implementar un experimento en el salón de clases, con el fin de evaluar el rendimiento académico en determinada asignatura, para estudiantes que interactúan en dos escenarios educativos diferentes (salón de clases a través de métodos de lectura y laboratorio a través del uso de los clickers). Los pasos más destacados son:

- Explorar en la literatura actual, sobre el tema de experimentación, qué se ha hecho, cuáles han sido los problemas de investigación, las variables de tratamiento y las variables de respuesta de interés.
- Comenzar con preguntas de la eficacia del tratamiento inicial, seguidas de preguntas que permitan realizar un tratamiento de mayor complejidad. Herramienta como diseño factorial puede ser útil.
- La aleatorización de las unidades experimentales juega un papel fundamental, ya sea individual o por secciones.
- El uso de instrumentos de evaluación válidos y confiables es necesario, cuando se miden las variables de respuesta, particularmente las relacionadas con aprendizaje. Se sugieren las evaluaciones estandarizadas, para el caso de estadística, CAOS test, SAT test.
- Es importante tener un plan de implementación, y conservar los registros de cada implementación, donde se describa el diseño y la implementación del experimento, lo cual facilitará la construcción del cuerpo del trabajo.

Como principal resultado, de manera general se encuentra que las preguntas Clicker tienden a tener un bajo valor cognitivo, (enfocándose en una aplicación básica, por ejemplo), así se reduce la necesidad de un pensamiento profundo del estudiante en el momento de escoger la respuesta. En última instancia, esto probablemente redujo la participación y los beneficios de aprendizaje de las preguntas clicker.

Algunos puntos de consejos pragmáticos:

- No todos los experimentos necesariamente son tan complejos como el mostrado aquí (clickers). Comenzar con algo sencillo podrá dar los fundamentos para investigaciones futuras.
- Busque siempre ayuda o consejo en la planeación del experimento, aun si es pequeño o largo.
- Haga uso de los recursos que tiene disponibles para usted, al igual que los recursos de la institución donde esté desarrollando el experimento.
- Finalmente, automatice lo que pueda, como colección de datos, puntaje de los exámenes, o comunicación con algunos de las otras personas que implementen el mismo experimento.

Se requiere de un adecuado nivel de preparación, conocimiento y cuidadosa consideración cuando se planea un experimento, en especial cuando se está investigando en el campo de la educación. La naturaleza y estructura de la educación provee situaciones complejas en los procesos experimentales. Sin embargo es posible conducir y ejecutar un buen experimento en el aula. Si se desarrolla con cuidado y una fuerte conexión a la investigación previa, se pueden obtener excelentes resultados y comprender acerca de cómo los estudiantes aprenden y cuál es la mejor forma para facilitarles este proceso.

### Aportes al presente proyecto

ESTRUCTURA DEL CONTENIDO DEL ARTÍCULO	APOORTE AL PRESENTE PROYECTO
<p>En este artículo, los autores proponen un procedimiento para elaborar y ejecutar un adecuado experimento, basado en una evaluación estadística, en particular, ofrece una alternativa sobre cómo planear un experimento en el ámbito educativo, para comparar por ejemplo variables que tienen que ver con el rendimiento académico de los participantes en algún proyecto o curso.</p> <p><b>Objetivo:</b> El objetivo central enfatiza en mostrar una serie de pasos necesarios para desarrollar un experimento comparativo en el campo de la educación.</p> <p>El procedimiento consiste en: definir la pregunta a investigar o hipótesis a probar; identificar la variable de respuesta y el tipo de tratamiento a desarrollar; especificar la planeación extensiva del diseño experimental; definir el procedimiento, (medidas, participantes y plan de aleatorización); implementar, analizar y exponer las conclusiones obtenidas de los datos.</p> <p><b>Escenario de aplicación:</b> El artículo expone un caso de aplicación del procedimiento para desarrollar un adecuado experimento, en un curso introductorio de estadística.</p>	<p>Para el presente proyecto, se desarrollará una sección en la cual se especificarán las condiciones de desarrollo del experimento, que permitirá evaluar y validar el uso de dos metodologías de enseñanza-aprendizaje para los estudiantes de Ingeniería Industrial.</p> <p>Dentro del procedimiento a desarrollar para el experimento, se considerarán los pasos anotados en el presente artículo, de manera que pueda dar una estructura clara en la forma en que se implementará la metodología del Diseño Experimental.</p> <p>A diferencia del presente artículo, se aplicará el procedimiento en una asignatura del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira. Además, difiere en el formato de evaluación a seguir, ya que los autores mencionan una prueba escrita estandarizada para el tema de estadística. En el presente proyecto se desea conjugar la evaluación por competencias en el desarrollo de la medición para realizar las comparaciones estadísticas respectivas.</p> <p>NOTA: El artículo consultado puede ser conceptual, pero sirve para la definición de la estructura del diseño del experimento en el campo educacional, tal y como se desea aplicar en el presente proyecto.</p>

### **2.1.3. Título: Evaluating an active learning approach to teaching introductory statistics: A classroom workbook approach**

**Resumen:** Este artículo evalúa una metodología de enseñanza en un curso de estadística básico a través de un libro de plan de estudios, (workbook). Se requiere que los estudiantes lo lean antes y durante la clase, y luego trabajen en grupo para completar problemas, analizar y resolver preguntas conceptuales pertenecientes al material leído. Los instructores gastan tiempo de la clase respondiendo las preguntas y retroalimentando con los estudiantes. Los 59 estudiantes que experimentaron la metodología completaron la encuesta de Actitudes hacia la Estadística (SATS por sus siglas en inglés), el primer y último día del curso. Las calificaciones de estos estudiantes después del curso en las subescalas de la competencia cognitiva, el afecto y dificultades fueron significativamente más altas que sus calificaciones previas al curso. Además, las calificaciones de los 59 estudiantes después del curso, de estas tres subescalas fueron significativamente mayores que las proporcionadas por un grupo de comparación de los estudiantes de estadística (tamaño de la muestra 235). Los resultados indican que las experiencias que tuvieron los estudiantes con la metodología son: (1) hubo mayor confianza en las habilidades de desempeño y entendimiento de la estadística. (2) Gusta más la estadística y (3) se pensaba que la estadística era más difícil que como pensaba el grupo de comparación. Adicionalmente, el puntaje de la actitud de estos estudiantes estuvieron correlacionados positivamente con los GPA, (Grade Point Average), que son los niveles de calificación promedio clasificados en alto y bajo, y el desempeño en la comprensión del examen final. Se discuten los problemas metodológicos encontrados por los investigadores en el salón de clases y sugerimos que, en algunos casos, evaluar las actitudes de los estudiantes puede ser una solución efectiva para estos problemas metodológicos. Se concluye que la metodología mostrada en este texto es una promesa para los cursos donde se enseña introducción a la estadística.

**Palabras clave:** Aprendizaje activo, actitudes de los estudiantes, evaluación del currículo, evaluación del curso, instructor de la inmediatez.

**Autores e Institución:** Kieth A. Carlson, Jennifer R. Winqvist. Valparaiso University

#### **Criterio de Búsqueda**

- **Journal consultado:** Journal of Statistics Education.  
<http://www.amstat.org/publications/jse/>
- **Descripción del journal:** El Journal of Statistics Education difunde conocimiento para la mejora de la educación en estadística en todos sus niveles, incluyendo educación básica, básica secundaria, media, post secundaria y postgrados.
- **Fecha de publicación del artículo:** Volumen 19, No. 1, 2011.

#### **Desarrollo del trabajo**

**Actitudes del estudiante y evaluación del curso.** Medir las actitudes de los estudiantes hacia la estadística, en ambos casos, antes y después de completar un curso, es la forma más efectiva de evaluar un curso de estadística. No se debe considerar solamente las actitudes como variable de salida, aunque ésta permite determinar asociaciones de alto nivel con otras variables, específicamente por ejemplo, actitudes más positivas están relacionadas con un mejor desempeño en el rendimiento del estudiante en el curso.

Las investigaciones anteriores muestran resultados mezclados. Los diferentes cursos de estadística evaluados tienen diferentes efectos en las actitudes de los estudiantes hacia esta disciplina. En este trabajo se utiliza Attitudes Toward Statistics Scale, (SATS), esta encuesta tiene unas subescalas de clasificación, que miden las diferentes clases de actitudes hacia la estadística: Afecto, Competencia Cognitiva, Dificultad, Valor, Esfuerzo, Curso, y Campo.

Hay resultados muy diversos, dado esto, no es posible decir cuál es el impacto que promueve actitudes en los estudiantes de un curso de estadística, mientras que conocer los detalles acerca de la forma en que se enseñan estos cursos, puede dar explicación a los resultados tan divergentes obtenidos hasta el momento.

En otros estudios se ha medido el cambio en las actitudes de los estudiantes hacia la estadística.

**Evaluar enfoque de aprendizaje activo.** La metodología del aprendizaje activo ha sido utilizada por muchos investigadores de la rama educacional, y en especial en cursos de estadística para evaluar el desempeño y actitudes de los estudiantes usando esta metodología. Algunos autores afirman que esta metodología trae beneficios para el aprendizaje del estudiante, otros que al aplicarla no presenta resultados significativos, y otros plantean que puede surgir una afectación negativa en el desempeño académico del estudiante. Una de las razones por las que se puede justificar esta divergencia es la cantidad de enfoques diferentes que en la literatura se muestra sobre "aprendizaje activo", la única característica común es que se refiere a que a los estudiantes se les pregunta por "hacer algo".

Ciertamente lo que los estudiantes hacen y cómo reflexionan ellos acerca de lo que hicieron, determina si el enfoque del aprendizaje activo tiene éxito. Desde el punto de vista del autor de este artículo, las actividades de aprendizaje activo son efectivas para los grados en donde se fomenta la reflexión en los estudiantes acerca de conceptos principales en estadística.

Los autores opinan que los componentes clave para un enfoque de aprendizaje activo exitoso son usar actividades para explicar conceptos y requerimientos de los estudiantes, para demostrar que ellos entienden estos conceptos, proporcionándoles respuestas más específicas que las preguntas generales.

El presente estudio tiene tres objetivos:

- Evaluar la efectividad de un currículo de estadística de un semestre entero que difiere significativamente de las actividades de un solo día, consideradas inefectivas (Weltman and Whiteside, 2010).
- Evaluar el impacto del currículo con aprendizaje activo en las actitudes de los estudiantes hacia la estadística.
- Determinar si el currículo de aprendizaje activo tuvo un efecto negativo en el desempeño de los estudiantes.

## Diseño de la Investigación

**Encuesta de Actitudes hacia la Estadística (SATS-36).** Se utilizó la encuesta estándar de actitudes hacia la estadística para medir los estudiantes. Esta encuesta la completaron los estudiantes tanto el primer como el último día de clases. Esta encuesta está dividida en 6 ítems, y a través de un software cada uno de ellos muestra un nivel de confianza diferente, no inferior a 0.7

- Sentimientos hacia la estadística
- Las creencias de los estudiantes acerca de sus habilidades para entender estadística
- Las creencias de los estudiantes por la dificultad de la estadística.
- El interés de los estudiantes en estadística
- La cantidad de esfuerzo que debe poner el estudiante en la clase
- La utilidad que le encuentran los estudiantes a la estadística en sus vidas

Esta encuesta utiliza la escala Likert de 7 puntos, donde 1= Extremadamente en desacuerdo, a 7= Extremadamente de acuerdo. Los más altos puntajes de la encuesta SATS indican actitudes más positivas hacia la estadística.

**Estudiantes.** De 86 estudiantes que participaron en el curso introductorio de estadística, 59 completaron las encuestas en el pre y post test. Los estudiantes que completaron ambas encuestas no tuvieron diferencia significativa como los estudiantes que no las completaron. Todos los tests estadísticos arrojaron valores menores a 1, y los p-values fueron mayores a 0.36.

Los estudiantes que participaron pertenecían a la disciplina en enfermería, psicología, sociología o trabajo social, biología, educación física, química, artes y humanidades, educación, todos ellos en niveles de especialización, solo 3 estudiantes no tenían este nivel aún. El promedio de edad fue de 21 años. 13 estudiantes eran hombres y 46 mujeres.

**Estructura de la clase.** Se desarrollaron 4 secciones con grupos de 22 estudiantes, y en cada sección había 2 orientadores. El curso incluyó temas básicos de estadística: distribuciones de frecuencia, tendencia central, variabilidad, ANOVA de un solo factor y de varios factores, pruebas z y t, correlaciones.

Los docentes preparan una lectura inicial para que los estudiantes la realicen, respondan a preguntas y puedan hacer un resumen de la misma, con el objetivo de introducirlos a los temas básicos de la estadística. Esto se puede hacer por medio de la web, o de forma presencial. La clase comienza, luego de la lectura, con un repaso que hace el profesor sobre la lectura previa, y da la introducción a la actividad del día. Cada actividad dura entre 15 y 20 minutos, dependiendo de la complejidad, cada una se desarrolla a través de un pequeño libro (o workbook), que contiene el tema del día, y están diseñados para que cada vez el estudiante suba en nivel de complejidad en cuanto al concepto. Al final desarrollan un taller, dando respuesta a varias preguntas sobre el tema, y el profesor retroalimenta al final.

**Comparación Grupo y Procedimiento.** Como la asignación individual no se pudo realizar de manera aleatoria, no fue posible determinar con un buen nivel de confianza que las secciones del curso en estudio eran equivalentes en nivel de habilidad de los estudiantes, motivación o alguna otra variable de interés. Dado esto, los autores escogieron hacer una larga comparación de los grupos que ven cursos de estadística con características similares al propio de estudio.

Todas las secciones utilizaron el workbook como herramienta de enseñanza. El instrumento de evaluación, SATS, fue el mismo para los grupos que se desearon comparar.

## **Resultados**

**Supuestos estadísticos.** Se inició con una prueba de normalidad para los ítems que presenta la encuesta SATS, en sus subescalas correspondientes. A través de prueba estadística Z, los puntajes en cuanto a la inspección de la distribución mostraron una desviación significativa de la distribución normal, para 4 de las 6 subescalas, (competencias cognitivas, valor, interés y esfuerzo). Estas subescalas se analizaron con estadística no paramétrica. Las otras dos subescalas (sentimiento y dificultad), fueron probadas con estadística paramétrica y no paramétrica, y se obtuvo resultados iguales. Se utilizó un valor de significancia de 0.1 para las pruebas estadísticas y de dos colas.

**Cambios en las actitudes del estudiante hacia la estadística.** Cuatro de seis aspectos en las subescalas tuvieron efectos significativos. Los estudiantes mostraron un mayor nivel de competencias cognitivas al final del curso que en los primeros días. Al igual que el afecto hacia la estadística, era mayor en los días finales del curso. Adicionalmente, los estudiantes encuentran que deben poner mayor esfuerzo y concentración para comprender los conceptos al inicio del curso que al final.



Las predicciones de los estudiantes acerca de lo difícil que el curso iba a ser el primer día fueron significativamente menores que sus calificaciones de dificultad después de haber completado el curso. Curiosamente, a pesar de que los estudiantes reportaron gusto hacia la estadística más al final del curso, sus puntajes por dificultad en este tema fueron más altos al final del mismo.

**Table 1.** Change in students' attitudes from first to last day of course.

SATS subscale	Pre Mean (SD)	Post Mean (SD)	Pre Median	Post Median	z-score Wilcoxon Signed ranks test (z) <sup>1</sup>	p value (2-tailed)	Effect size (r): z/ $\sqrt{N}$
Affect	4.11 (1.34)	4.86 (1.34)	4.17	5.25	-3.41	.001	.31
Cognitive competence	5.12 (1.29)	5.76 (1.13)	5.40	6.17	-3.34	.001	.31
Value	5.33 (0.90)	5.33 (0.84)	5.50	5.44	-.11	.911	.01
Difficulty	3.49 (1.03)	4.03 (1.00)	3.50	3.83	-3.17	.002	.29
Effort	6.45 (0.91)	6.00 (1.01)	6.75	6.25	-3.99	<.001	.37
Interest	4.85 (1.02)	4.61 (1.14)	5.00	5.00	-1.44	.149	-.13

\*n = 59 for all tests

**Comparación con normas SATS.** Las pruebas muestran en la tabla siguiente, la comparación del grupo en estudio con el grupo en condiciones similares (características similares como tamaño del grupo, álgebra como único prerrequisito) muestra diferencias significativas en 3 de las 6 subescalas planteadas en la encuesta SATS, cuando se usa un nivel de significancia de 0.1 y a dos colas. Los resultados se basan específicamente que el grupo en estudio reporta un mayor vínculo con la estadística que el grupo de comparación, (un mayor afecto y positivo hacia la estadística), como también un mayor nivel en competencias cognitivas sobre el tema, (confianza en su habilidad para entender y desarrollar procedimientos estadísticos). Mientras que los estudiantes del grupo en estudio pensaron que la estadística era más dura que la que ven en el grupo de comparación, curiosamente también les gustaba más que el grupo de comparación.

**Table 3.** Comparison of post course attitudes

SATS subscale	Sample Posttest Mean (SD)	Comparison group Posttest Mean (SD)	Sample Posttest Median	Comparison group Posttest Median	Mann Whitney (z)	p value (2-tailed)	Effect size (r): z/ $\sqrt{N}$
Affect	4.86 (1.34)	4.16 (1.41)	5.25	4.17	-3.60	<.001	.21
Cognitive Competence	5.76 (1.13)	4.93 (1.15)	6.17	5.00	-5.04	<.001	.29
Value	5.33 (0.84)	4.94 (1.20)	5.44	4.89	-2.18	.03	.13
Difficulty	4.03 (1.00)	3.63 (0.86)	3.83	3.57	-3.01	.003	.18
Effort	6.00 (1.01)	6.08 (0.96)	6.25	6.25	-.40	.62	.02
Interest	4.61 (1.14)	4.36 (1.52)	5.00	4.50	-1.01	.28	.06

\*N = 294; our n = 59; comparison n = 235.

**GPA, Actitudes del estudiante y Desempeño.** De acuerdo con Wetman y Whiteside (2010), se afirma que el enfoque de una clase con la metodología de aprendizaje activo, puede favorecer el desempeño de un estudiante con bajo promedio de calificación, (Lower Grade Point Average), y desfavorecer a uno con alto nivel promedio de calificación. Los autores del presente artículo evidencian que no siempre puede suceder. En el caso de los estudiantes del experimento mostrado en este texto, los autores esperarían una correlación cero o negativa entre el nivel promedio de la calificación y las actitudes después del curso, (considerando que el nivel de logro alcanzado está correlacionado con la actitud que pueda tener el estudiante hacia la estadística después del curso).

Curiosamente, en el experimento desarrollado, se encontraron 3 correlaciones spearman positivas. Después de vivir la experiencia en el curso, los estudiantes con alto promedio de calificación les gustaron más la estadística, pensaron que ésta tenía más dificultad, y tuvieron mayor confianza en su habilidad para entender y desarrollar procedimientos estadísticos, todo comparado con los resultados obtenidos para los estudiantes de bajo promedio.

Gusto por la estadística:  $r_S(57) = 0.32, p = 0.02$

Percepción de dificultad de la estadística:  $r_S(57) = .44, p = .001$

Confianza en su habilidad para entender la estadística y desarrollar procedimientos estadísticos:  $r_S(57) = .39, p = .003$

En conclusión, después de desarrollar el curso de estadística con el enfoque de aprendizaje activo a través del workbook, los estudiantes con mayor promedio de calificación tuvieron actitudes más positivas hacia la estadística que los estudiantes con bajo promedio de calificación.

Otra de las pruebas, un poco más directa, fue examinar la correlación entre las calificaciones promedio, los GPAs y el desempeño de los estudiantes en el examen final. En respuesta, los estudiantes con mayor nivel promedio de calificación se desempeñaron mejor que los estudiantes con bajo promedio. Cabe anotar también que la correlación entre los puntajes de las competencias cognitivas después del curso y el desempeño en el examen final, fue aproximadamente tan grande como la correlación encontrada entre los estudiantes con nivel promedio alto o bajo y el examen final, ( $r_S(57) = .55, p < .001$ ; y  $r_S(57) = .58, p < .001$ , respectivamente).

## **Conclusiones**

### **Conclusiones con respecto al libro del plan de estudios y aprendizaje activo**

Cuando se compara el cambio de los estudiantes participantes del estudio, en cuanto al gusto por la estadística con respecto a los estudiantes del grupo de comparación, se tiene

un reporte de cambios significativamente positivos en cuanto al afecto, competencias cognitivas y nivel de dificultad de la estadística.

Es importante resaltar que las actitudes positivas del estudiante hacia la estadística están relacionadas positivamente con un alto desempeño. En el presente estudio, las competencias cognitivas de la encuesta SATS estuvieron asociadas positivamente con la comprensión en el examen final. La fuerza de la asociación fue aproximadamente tan fuerte como la comparada entre los niveles promedios de calificación altos y bajos y el desempeño en el examen final.

Otro aspecto importante de analizar es la forma en que se conciben los enfoques de aprendizaje activo, es importante determinar qué significado tiene el aprendizaje activo y cómo se implementa y evalúa en un experimento, en especial cuando se trata de investigar el comportamiento y desempeño de los estudiantes en un determinado curso.

### Conclusión general

El presente estudio encontró que los estudiantes tuvieron cambios positivos en sus actitudes hacia la estadística. Además estos cambios estuvieron positivamente correlacionados con ambos desempeños en el examen final y los niveles de calificación bajos y altos. Colectivamente, estos resultados sugieren que la metodología de enseñanza utilizando el workbook es una promesa como un enfoque educacional en cursos de estadística.

### Aportes al presente proyecto

ESTRUCTURA DEL CONTENIDO DEL ARTÍCULO	APORTE AL PRESENTE PROYECTO
<p>Este artículo evalúa una metodología de enseñanza en un curso de estadística básico a través de un libro de plan de estudios, (workbook).</p> <p>Los autores plantean la importancia de identificar inicialmente cómo se concibe un esquema de formación basado en el aprendizaje activo, antes de generar resultados con algún instrumento de evaluación.</p> <p><b>Instrumento de evaluación:</b> estándar, basado en una valoración de las actitudes de los estudiantes con respecto al aprendizaje en estadística. SE tiene una encuesta universal denominada SATS</p>	<p>Estudio sobre el impacto que genera una metodología de enseñanza-aprendizaje activa, en comparación con una metodología de enseñanza-aprendizaje tradicional.</p> <p>La metodología para el desarrollo del experimento en el presente proyecto de investigación se asemeja a la propuesta por los autores del presente artículo: Una descripción del proceso de enseñanza, seguido con el desarrollo de determinadas actividades (lúdicas para el grupo experimental, clases magistrales para el grupo de control), de tal manera que los participantes puedan ir adquiriendo los</p>

<p>(Attitudes Toward Statistics Scale), la cual clasifica los siguientes factores: Afecto, Competencia Cognitiva, Dificultad, Valor, Esfuerzo, Curso, y Campo.</p> <p><b>Escenario de aplicación:</b> Estudiantes de Estadística</p> <p><b>Metodología del experimento:</b> La metodología del experimento consistió en la realización de una prueba antes y después de generar el siguiente procedimiento: Descripción del proceso de enseñanza, iniciando con lecturas previas a la clase, introduciendo a la temática y desarrollando la actividad basada en el workbook, de tal manera que con la ejecución de cada actividad, el estudiante pueda subir el nivel de complejidad en el aprendizaje de conceptos estadísticos; al final los estudiantes desarrollan un taller y el docente retroalimenta al final.</p> <p>La asignación de los grupos experimental y de control se realizó de forma no aleatoria, por lo tanto no se pudo determinar un buen nivel de confianza para garantizar la homogeneidad de los grupos, en condiciones de habilidades, motivaciones u otras variables de interés.</p> <p>Estableciendo algunos supuestos estadísticos (pruebas de normalidad para los factores analizados), los autores plantean una división para efectuar un análisis paramétrico en algunos factores y un análisis no paramétrico en otros factores.</p> <p><b>Método de análisis utilizado:</b> Luego de un análisis ANOVA y de un análisis no paramétrico, se compararon los resultados con el índice GPA, (indicador de calificaciones promedio de los estudiantes).</p>	<p>conocimientos en un mayor grado de profundidad a medida que el curso transcurre.</p> <p>Se relaciona el procedimiento de análisis paramétrico y no paramétrico propuesto por los autores, con la identificación de dos tipos de análisis para el presente proyecto: uno enfocado a establecer una comparación en cuanto a parámetros estadísticos, acudiendo a un análisis ANOVA de un solo factor, y un segundo análisis con respecto a la evaluación del desempeño por competencias de los participantes en el experimento.</p>
--	--

#### **2.1.4. Título: Comparing the Effectiveness of Traditional and Active Learning Methods in Business Statistics: Convergence to the Mean**

**Resumen:** El presente estudio pretende ilustrar algunas diferencias significativas entre métodos de enseñanza como el tradicional, basado en lectura, y el de aprendizaje activo, a través de talleres prácticos y participativos. El estudio se lleva a cabo en un curso de estadística para Negocios, en el nivel de pregrado. Se considera importante analizar factores como el nivel promedio de calificaciones, los cuales se clasifican en tres niveles, alto, medio y bajo. Los resultados de este estudio muestran que a medida que un mayor nivel de aprendizaje activo se utiliza, las calificaciones de los estudiantes disminuyen para las personas con un promedio académico alto. En contraste, los puntajes en las pruebas aumentan cuando se introduce el método de aprendizaje activo en los estudiantes con un promedio académico bajo. El experimento involucra más de 300 estudiantes de negocios en 7 secciones de clases. Los métodos son aleatoriamente asignados a las secciones de clases, de manera que cada estudiante en cada sección de clase es expuesto a tres experimentos de métodos de enseñanza, en los cuales se les enseña tres tópicos de la estadística. El desempeño de los estudiantes en las tres calificaciones tienden a converger acerca de un promedio general cuando el aprendizaje fue obtenido en un ambiente de aprendizaje activo. Los efectos del método de enseñanza en la puntuación no depende de las características de otros estudiantes analizados (es decir, de género, estilo de aprendizaje, o el origen étnico). Se usa un modelo lineal mixto para el análisis de resultados.

**Palabras clave:** Aprendizaje activo, Enseñanza de la Estadística, Promedio de calificación del estudiante, modelos lineales mixtos.

**Autores e Institución:** David Weltman, Mary Whiteside. University of Texas at Arlington

#### **Criterio de Búsqueda**

- **Journal consultado:** Journal of Statistics Education.  
<http://www.amstat.org/publications/jse/>
- **Descripción del journal:** El Journal of Statistics Education difunde conocimiento para la mejora de la educación en estadística en todos sus niveles, incluyendo educación básica, básica secundaria, media, post secundaria y postgrados.
- **Fecha de publicación del artículo:** Volumen 18, Número 1, 2010

#### **Desarrollo del trabajo**

**Introducción.** Se presenta un estudio que mide cuantitativamente el aprendizaje de los estudiantes bajo tres metodologías, una enfocada a un formato de lectura, otra que se enfoca en talleres de aprendizaje activo y una tercera que mezcla las dos anteriores. Se mide a través de la calificación obtenida por estudiantes de un curso de la escuela de negocios. Se asumen resultados positivos, benéficos para el aprendizaje de los estudiantes, pero este estudio muestra que esta efectividad depende de las

características de cada estudiante. Los autores no afirman simplemente la efectividad de un método de enseñanza sobre el otro. En este estudio se demuestra que la efectividad de un método depende del grado de calificación promedio del estudiante, (GPA por sus siglas en inglés). Este estudio demuestra que el aprendizaje activo es una metodología que tiende a equiparar los estudiantes de un curso. Existe una convergencia hacia la media general. Estudiantes con niveles bajos desarrollan un crecimiento en su aprendizaje, los estudiantes con las notas más altas, declina tanto como los experimentos de aprendizaje activo se van introduciendo.

**Objetivo:** Evaluar tres métodos de enseñanza de Estadística en los Negocios y analizar el efecto del método en el puntaje o calificación del estudiante.

**Background.** Los autores exponen una serie de definiciones que los grandes autores conciben sobre Aprendizaje Activo. Una reflexión sobre la experiencia y el estado en que el aprendizaje es alcanzado a través del enfoque basado en problemas de contextos sociales, (R.W. Revans, 1971), Conjunto de actividades que involucra al estudiante a hacer cosas y pensar y reflexionar acerca de lo que están haciendo, (Bonwell and Eison, 1991).

También se ilustra la necesidad, al igual que otros autores han expuesto anteriormente, de promover nuevas estrategias de aprendizaje, además del aprendizaje activo, ya que lo que se propone en esta investigación es poner a prueba tres diferentes metodologías de enseñanza-aprendizaje. Actualmente en los cursos de Negocios, se reconoce que desde hace unas décadas, se acude comúnmente a la metodología de enseñanza de lectura y comprensión.

La investigación desarrollada por los autores busca entender el efecto que el aprendizaje activo a través de un análisis de datos empírico obtenido en un curso de estadística para negocios, tiene en el nivel de pregrado, utilizando tres métodos de enseñanza. Los estudiantes fueron aleatorizados en cada sección de clase, antes de realizar el experimento.

**Enfoque experimental.** Esta investigación utiliza tres tópicos de estadística para ser evaluados los estudiantes bajo las metodologías mencionadas: Distribución binomial, distribuciones muestrales, cálculo de los valores p en pruebas de hipótesis. Los tres métodos de enseñanza son:

**Lectura tradicional:** Los estudiantes se sientan y escuchan la lectura que ha sido preparada por el docente, actualmente se emplean diapositivas en este método.

**Formato híbrido:** Se refiere a una combinación de los métodos de enseñanza basados en lectura y complementados con métodos activos. Sutherland and Bonwell (1996) afirman que después de 15 minutos de lectura, al estudiante se le dificulta la asimilación de todo el material, es por esto necesario hacer pausas, proponer realizar escritos cortos y compartir y debatir algunas preguntas con sus compañeros, para proponer un escenario

de clase más activo. Para el presente estudio, los tiempos de pausa en la lectura son utilizados para hacer sesiones en los computadores con software de apoyo estadístico.

Talleres totalmente activos: Para el presente estudio, se agrupan los estudiantes en equipos de dos o tres y se propone desarrollar un taller previamente diseñado por el docente, quien trabaja más como un facilitador que como un exponente de los temas dados. Los estudiantes son los responsables de su aprendizaje, pero tienen la disponibilidad de una persona experta quien les puede resolver las dudas en su proceso de aprendizaje.

Cada método es aplicado en un ciclo de 60 minutos, donde uno de los temas es impartido. El instrumento de evaluación consiste en un quiz de 20 minutos, de múltiples respuestas, y se mide de acuerdo con la cantidad de respuestas acertadas por cada estudiante. Aquí se pretenden evaluar competencias tanto básicas como complejas, tales como: la habilidad para recordar, plantear y definir un problema, habilidad para comparar, aplicar y emplear técnicas estadísticas apropiadas al mismo. Se utiliza un modelo lineal mixto para analizar la información obtenida, ya que los factores en estudio son tanto fijos como aleatorios.

$$Y_{i(j)mt} = \beta_0 + \beta_1 M_1 + \beta_2 M_2 + \beta_4 A + \beta_7 AM_1 + \beta_8 AM_2 + S_{i(j)} + T_t + \varepsilon_{i(j)mt},$$

El modelo anterior es el planteado por los autores, donde:

$Y_{i(j)mt}$  es la medida del puntaje obtenido en el test, como un porcentaje correcto para el estudiante  $i$ , en la sección  $j$ , con el método  $m$ , y con el tópico  $t$ .  $M_1$  y  $M_2$  son los indicadores variables del método y  $A$  es la covariable continua del GPA. Cada materia es probada 3 veces y la variable  $Y$  es medida tres veces por cada estudiante.

Las pruebas hechas por cada materia podrían estar correlacionadas con el hecho de que los estudiantes con mejores calificaciones pueden tener mejores puntuaciones que los estudiantes quienes se destacan por tener bajas calificaciones. El modelo propuesto tiene en cuenta estas posibles correlaciones, además de considerar que un alto puntaje en una combinación de tópico y método podría estar asociado con los altos puntajes de otra combinación de tópico y método.

Además del promedio general de calificaciones, se consideran características como género, estilo de aprendizaje (visual, auditivo, lectura/escritura y kinestésico) y origen étnico.

El objetivo del experimento está en descubrir si el efecto del método en el puntaje obtenido por el estudiante depende o no de las características. Estos efectos son probados con el siguiente modelo:

$$Y_{i(j)mt}(x) = \underline{x}\beta + S_{i(j)} + T_t + \varepsilon_{i(j)mt},$$

Donde  $x$  en el primer modelo corresponde a la característica de género, y su efecto por el método aplicado. En el segundo modelo, esta misma variable corresponde al estilo de aprendizaje y su efecto por el método aplicado. En el tercer modelo,  $x$  se asocia a las características de origen étnico. Estas tres variables son tratadas en un modelo de efectos fijos. Los resultados indican que las interacciones del método con el género, estilo de aprendizaje y origen étnico no son significativas y, en consecuencia, no son incluidas en el modelo consolidado. Sin embargo, la interacción del método en los puntajes, parece tener efectos significativos. Se busca entonces entender cómo las diferencias de los tres métodos de enseñanza sobre el aprendizaje dependen del grado de calificación del estudiante, (GPA), por lo cual se considera en el modelo general. Los autores prueban si hay o no efectos significativos en el aprendizaje de los estudiantes debido al método de enseñanza, mientras se controlan los efectos aleatorios potenciales de los tópicos o temas y la clasificación de los estudiantes en las secciones correspondientes.

Se utiliza la prueba de Bonferroni para calcular los intervalos de confianza estimados para las diferencias significativas encontradas entre la combinación de los diferentes grados de calificación promedio y el método de enseñanza. Para modelos mixtos, como el primero expuesto en el presente estudio, se recomienda usar la aproximación de Satterthwaite para los grados de libertad, (Dean & Voss, 1999; West, Welch y Galecki, 2007)

Para probar la significancia de los efectos aleatorios, se usa una prueba de verosimilitud, en la que se pone a prueba valores de verosimilitud (-2Log) para un modelo de referencia con otro que omita la aleatorización de las secciones en clase. tiene una distribución Chi2 con 0 y 1 grados de libertad, y el mismo peso de 0,5. Si la diferencia entre los dos modelos se representa por la letra  $d$ , el valor  $p$  quedaría así:

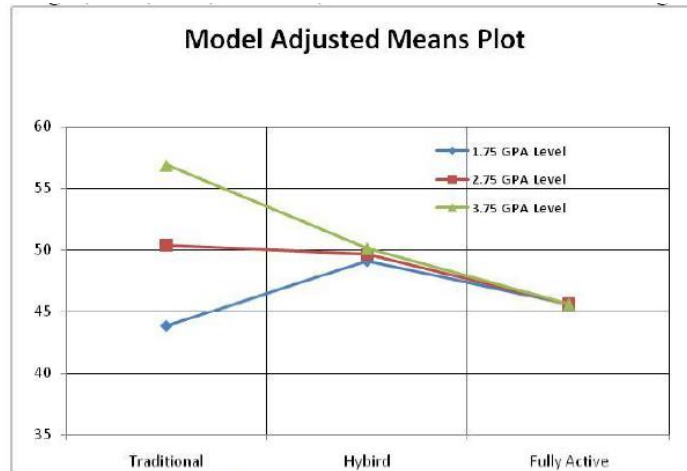
$$p - value = 0.5 * P(\chi_0^2 > d) + 0.5 * P(\chi_1^2 > d).$$

Aplicando una estimación de máxima verosimilitud en los residuos, los resultados indican conservación del efecto aleatorio.

**Análisis de resultados.** Se encuentra una diferencia significativa en los diferentes métodos de enseñanza, y estos efectos difieren del nivel de calificación promedio de los estudiantes. El método tradicional obtuvo el mayor puntaje, seguido del híbrido, y por último del método totalmente activo. Los principales efectos son evaluados a través de una prueba de verosimilitud y una prueba F tipo III. Los resultados son consistentes y sugieren efectos significativos en los métodos de enseñanza.



**Interacción del GPA (nivel de puntaje promedio) por el método.** El método de enseñanza, el nivel de puntaje promedio y la interacción entre ellos son todos significativos, después de controlar los efectos aleatorios de las materias asignadas a los salones de clase.



**Figure 1.** Convergence to the mean.

Después de ajustar por la sección de clase, tema y variaciones individuales, los estudiantes con un promedio alto obtuvieron calificaciones más bajas cuando se exponen a los métodos de aprendizaje activo en contraste con el método de enseñanza tradicional.

Los estudiantes con una baja calificación promedio, se ubicaron en el último lugar cuando recibieron el método de enseñanza tradicional, y los estudiantes con una alta calificación promedio en el método de enseñanza activa. Los estudiantes con una calificación promedio de nivel medio, obtuvieron baja puntuación en el método activo, pero esta tendencia no es tan pronunciada como los estudiantes con alto nivel de calificación promedio.

Para estudiar un poco más el efecto, se utiliza el procedimiento de Bonferroni para hallar seis intervalos de confianza simultáneos.

**Table 1.** Confidence Intervals of Mean Differences in Methods for Three Categories with a Family Confidence Coefficient of .90

<u>Test</u>	<u>Estimate</u>	<u>B</u>	<u>SE</u>	<u>LL</u>	<u>UL</u>
3.75 GPA M1 vs M2	6.749	2.394	2.6856	0.319674	13.17833
3.75 GPA M1 vs M3	11.267	2.394	2.6724	4.869274	17.66473
2.75 GPA M1 vs M2	0.746	2.394	1.822	-3.61587	5.107868
2.75 GPA M1 vs M3	4.7305	2.394	1.8293	0.351156	9.109844
1.75 GPA M1 vs M2	-5.257	2.394	3.0231	-12.4943	1.980301
1.75 GPA M1 vs M3	-1.806	2.394	2.9665	-8.9078	5.295801

Analizando el efecto que tiene el método 1, enseñanza por lectura tradicional con los estudiantes de promedios altos, se encuentra que, con respecto al método 3, (talleres activos), hay un efecto significativo, el intervalo de confianza es de [4,87; 17,66], y el método 1 también tiene un efecto sobre el método 2, (formato híbrido), [0,32; 13,18].

Para los estudiantes con promedio en la calificación medio, los puntajes bajo el método 1 son mayores que en el método 3, [0,35; 9,11]. Aunque los estudiantes con calificación promedio baja no tuvieron diferencias significativas, puede decirse que se desempeñan mejor en ambientes de enseñanza activos.

**Conclusiones e implicaciones en la investigación.** Los autores concluyen la posible existencia de un fenómeno de convergencia. Como los estudiantes con alto nivel promedio en su calificación son expuestos a ambientes en el salón de clase con aprendizaje activo, sus puntajes se reducen al promedio general. Lo opuesto funciona también, para los estudiantes con bajos promedios de calificación, mejoró su puntaje bajo un ambiente de enseñanza con aprendizaje activo.

Se evidencia una dependencia del grado de calificación promedio con el ambiente de enseñanza que reciben los estudiantes.

Los resultados mostrados recomiendan incluir al promedio de calificaciones de los estudiantes como una variable importante en los modelos de prueba de aprendizaje activo.

Es posible que los estudiantes con promedios altos logren un buen nivel de aprendizaje con la ayuda de la experiencia y la dirección del docente. Esto puede ser cierto especialmente en una clase cuantitativa. En este caso, el método de lectura tradicional, puede ser el apropiado, en vez del activo, el cual ofrece interacción y participación. Esta convergencia puede ser explicada también por el ambiente de aprendizaje en el que los estudiantes con promedios altos se sienten más cómodos, el cual es el tradicional, y al cambiarles a ambientes alternos de aprendizaje, disminuyen su puntaje. Además, estos estudiantes pueden tener mayores calificaciones con el método tradicional, debido a que es un método impartido desde hace décadas en los cursos de Negocios.

Es necesario tener en cuenta que este estudio es para estudiantes de Negocios, en el nivel de pregrado, en el cual se hizo un análisis estadístico para evidenciar estos resultados. Se considera importante seguir las sugerencias propuestas en esta investigación, en el momento de validar estrategias de enseñanza como las de aprendizaje activo, en donde es necesario tomar como variable de interés el nivel promedio de puntuación o calificaciones de los estudiantes.

## Aportes al presente proyecto

ESTRUCTURA DEL CONTENIDO DEL ARTÍCULO	APORTE AL PRESENTE PROYECTO
<p>El presente estudio pretende ilustrar algunas diferencias significativas entre métodos de enseñanza como el tradicional, basado en lectura, y el de aprendizaje activo, a través de talleres prácticos y participativos.</p> <p><b>Objetivo:</b> Evaluar tres métodos de enseñanza de Estadística en los Negocios y analizar el efecto del método en el puntaje o calificación del estudiante. Los tres métodos de enseñanza son: Lectura tradicional, formato híbrido y talleres totalmente activos.</p> <p><b>Escenario de aplicación:</b> Estudiantes de Negocios</p> <p><b>Instrumento de evaluación:</b> Quiz a todos los estudiantes, de duración 20 minutos, de múltiples respuestas, y se mide de acuerdo con la cantidad de respuestas acertadas por cada estudiante. Aquí se pretenden evaluar competencias tanto básicas como complejas, tales como: la habilidad para recordar, plantear y definir un problema, habilidad para comparar, aplicar y emplear técnicas estadísticas apropiadas al mismo.</p> <p><b>Método de análisis utilizado:</b> Se utiliza un modelo lineal mixto para analizar la información obtenida, ya que los factores en estudio son tanto fijos como aleatorios.</p> <p>El objetivo del experimento está en descubrir si el efecto del método en el puntaje obtenido por el estudiante depende o no de las características.</p> <p><b>Consideraciones adicionales:</b> Además del promedio general de calificaciones, se consideran características como género, estilo de aprendizaje (visual, auditivo, lectura/escritura y kinestésico) y origen étnico.</p>	<p>Para el presente proyecto, se desarrollará una sección en la cual se especificarán las condiciones de desarrollo del experimento, que permitirá evaluar y validar el uso de dos metodologías de enseñanza-aprendizaje para los estudiantes de Ingeniería Industrial. La metodología tradicional (basada en clase magistral) y la metodología de aprendizaje activo, (basada en actividades lúdicas y participativas).</p> <p>La variable de interés objeto de estudio se enfocará en el nivel cuantitativo o nota obtenida después de aplicar un instrumento de evaluación en el curso, con el fin de determinar el rendimiento académico promedio de cada grupo (experimental y de control).</p> <p>Dentro del curso donde se desarrollará el experimento, se hace necesario examinar cuáles son las competencias que se plantean para formar al estudiante participante, y con estas competencias poder tener una definición clara sobre qué y cómo se desea formar al estudiante. Esto también brindará información acerca de cómo aplicar un instrumento de evaluación correspondiente con la metodología de formación por competencias.</p> <p>Así como los autores hacen una segunda comparación para medir el efecto de características como género, estilo de aprendizaje y origen étnico, para el presente proyecto se pretende establecer una evaluación, además de la obtenida con el método de evaluación cuantitativo, un acercamiento a un análisis cualitativo, en donde se puedan identificar categorías clave en relación con el impacto que generó determinada metodología en el</p>

Además de los resultados generados, se planteó una comparación con el nivel de calificación promedio, para evaluar el efecto de estos tres métodos de enseñanza en el rendimiento académico de los participantes.	aprendizaje de cada estudiante.
---	---------------------------------

### 2.1.5. Título: Collaborative information and multimedia to assess team interaction in technology teacher preparation

**Resumen:** La innovación en tecnología obliga a los educadores y estudiantes a cambiar los enfoques hacia una variedad de temas que van desde las relaciones jerárquicas en que se percibe la manera y los medios que las personas utilizan para comunicarse. La investigación sobre aprendizaje colaborativo identifica efectos específicos que han sido ilustrados en condiciones de cambios conceptuales o incremento de la autorregulación.

**Autores e Institución:** Jeremy Ernst, Aaron C. Clark. Department of Teaching and Learning at Virginia Polytechnic Institute and State University; Department of Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education at North Carolina State University

#### Criterio de Búsqueda

- **Journal consultado:** Journal of Technology Education.  
<http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/>
- **Descripción del journal:** El Journal of Technology Education prove un foro de discusiones escolares sobre tópicos relacionados con educación en tecnología. Los manuscritos se enfocan en investigación sobre educación en tecnología, filosofía, y teoría. Además, el Journal publica revisiones de libros, editoriales, artículos de invitados, revisiones de comprensión de la literatura y reacciones a los artículos previamente publicados.
- **Fecha de publicación del artículo:** Volumen 22, No. 2, primavera de 2011

#### Desarrollo del trabajo

**Objetivo:** Identificar diferencias en los grupos de tratamiento y control, a través de pre-tests y postests, que se relacionan con la falta de comprensión y la aceptación de manejar los conflictos, la planificación colectiva, y examen general y evaluación del trabajo de grupo a nivel de licenciatura en tecnología la educación.

**Tecnologías de comunicación colaborativa.** Para el propósito de este estudio de investigación, las aplicaciones que permiten la transferencia de documentos y de imágenes, video-comunicaciones, audio-comunicaciones, y comunicación basada en texto, son universalmente identificadas como tecnologías de información colaborativa y multimedia. Este estudio introduce a los estudiantes a los documentos de google, skype, wikis, Elluminate Doodle, y Ning como tecnologías y aplicaciones multimedia. Aunque las

secciones de clase incluyen sesiones en laboratorios y encuentros, se dedica una sección a las aplicaciones en tecnología de la información y multimedia.

**Preguntas de investigación.** Este estudio fue diseñado para investigar e identificar los impactos, si los hay, que las tecnologías de comunicación y de información basada en la web, colaborativa, han establecido en la formación de conocimiento en equipo.

Se presentan 4 preguntas de investigación, las cuales se transforman en 4 hipótesis a ser probadas:

Se identifican diferencias en cómo los estudiantes interactúan con los miembros del grupo antes y después de ser presentado con el equipo de tecnologías de información y multimedia? Hipótesis: No hay diferencia en cómo los estudiantes interactúan con los miembros del grupo antes de ser presentado con el equipo de información y multimedia colaborativa.

Se identifican diferencias entre la forma en que los estudiantes presentan con y sin tecnologías de información y multimedia, interactuando con los miembros de su grupo? Hipótesis: No hay diferencias entre la forma en que los estudiantes presentan con y sin tecnologías de información multimedia, interactuando con los miembros de su grupo

Existen diferencias identificables en la forma como los estudiantes presentan con o sin tecnologías de información y multimedia, desde el conocimiento del equipo? Hipótesis: No existen diferencias entre la forma como los estudiantes presentan con o sin tecnologías de información y multimedia, desde el conocimiento del equipo.

Existen diferencias identificables en la formación del equipo de estudiantes antes y después de ser presentados con tecnologías de información colaborativa y equipos multimedia? Hipótesis: No hay diferencias en la formación del equipo de estudiantes antes y después de ser presentados con tecnologías de información colaborativa y equipos multimedia.

**Participantes en el estudio.** Estudiantes pertenecientes a secciones relacionadas con medios digitales avanzados. Este es un curso requisito en Ingeniería y Educación en Diseño.

**Metodología.** Se escogieron dos cursos de medios digitales avanzados, uno de los cursos fue designado grupo de control, en el cual no se le cambió su metodología y su evaluación, y el otro como el grupo de tratamiento, en el cual se le agregó una pre prueba y pre encuesta, implementada en la semana 4 del curso, y 30 minutos seguidos de tecnología de equipos en la semana 6, y la primera hora del curso inicia con un apoyo de cómo usar tecnologías de equipo y algunas aplicaciones. En la semana 15 se aplica una encuesta a ambos grupos. Al grupo en tratamiento se le adicionó una encuesta dinámica complementaria.

Tanto los grupos de tratamiento y de control se reunieron un total de 23 veces en el transcurso del semestre con una conferencia estándar / formato de curso de laboratorio. Las evaluaciones fueron 4 periódicas y una acumulativa al final. Las evaluaciones de desempeño fueron separadas en las asignaciones basadas en equipo, los laboratorios y los proyectos. Las asignaciones proponían una sesión de videos en los que los estudiantes eran desafiados a generar una lluvia de ideas, identificar problemas, y en 30 minutos, proponer soluciones en equipo. Los laboratorios consistían en crear escenarios en los que los equipos de estudiantes pudiesen crear, desarrollar y producir un programa en vivo, ya sea de televisión o de radio.

Los proyectos tenían como objetivo construir historias y describir situaciones o contextos dependiendo de la temática, todo un proceso de planeación y pre-producción de un video.

**Instrumentación.** La evaluación de la percepción del equipo de colaboración (TPC por sus siglas en inglés) mide la interacción del equipo entre sus participantes. Una evaluación de 21 preguntas en las que el estudiante debe escoger entre un rango (desde "nunca" hasta "siempre"), que guía hacia la categorización de la descripción de su equipo. 1= Nunca; 2= Raramente; 3= Algunas veces; 4= Frecuentemente 5= Siempre

Escucha, diferencias/conflictos, toma de decisiones, crítica, comunicación, estructura del grupo y eficiencia, son los tópicos que se tienen en cuenta en esta evaluación. Esta evaluación tanto el pre como en el post test, se aplicó con una confiabilidad de 72%. La prueba de conocimiento de equipo, (TKT por sus siglas en inglés), evalúa la formación del conocimiento del equipo en los participantes. Esta prueba tiene limitaciones, por ejemplo, preguntas dobles, aunque no en todas. Su confiabilidad es de 78% en el pretest y de 76% en el posttest.

**Resultados.** Para la Hipótesis 1: No hay diferencia en cómo los estudiantes interactúan con los miembros del grupo antes de ser presentado con el equipo de información y multimedia colaborativo; se aplicó una prueba Mann-Whitney, dados los supuestos estadísticos, el muestreo y las bases no paramétricas de los datos recolectados. Se consideró un alpha de 0.05, y el valor p fue de 0.526. El análisis de los datos sugiere que la presentación de las tecnologías de equipos de información y multimedia no tiene un impacto significativo sobre la forma en que los estudiantes interactúan con los miembros de su grupo, para la muestra seleccionada.

**Table 4**  
*Treatment Group Pretest and Posttest Team Interaction (TPC)*

Treatment Pre- (n)	Treatment Post- (n)	Diff. Est.	Test Stat.	P-value
21	20	0	416.5	0.526

Para la Hipótesis 2: No hay diferencias entre la forma en que los estudiantes presentan con y sin tecnologías de información multimedia, interactuando con los miembros de su grupo. La prueba estadística fue la misma anterior, Mann-Withney, dado que los datos son no paramétricos. El valor p es de 1 y el alpha de 0.05. Se concluye que no hay evidencia estadística para afirmar que la presentación de tecnologías multimedia y de tecnologías de equipo no tiene mayor impacto en la interacción con los miembros del grupo.

**Table 5**  
*Treatment Group Posttest and Control Group Posttest Team Interaction (TPC)*

Treatment Post- (n)	Control Post- (n)	Diff. Est.	Test Stat.	P-value
20	17	0.0186	2	1.00

Para la Hipótesis 3: No existen diferencias entre la forma como los estudiantes presentan con o sin tecnologías de información y multimedia, desde el conocimiento del equipo. La prueba aplicada fue Kruskal-Wallis Test. El valor p es menor a 0.0001 y el alpha de 0.05. Se concluye que **hay evidencia significativa** para afirmar que las tecnologías de información y multimedia en equipo tienen un impacto sobre la formación y conocimiento del equipo.

**Table 6**  
*Treatment Group Posttest and Control Group Posttest Team Knowledge Formation (TKT)*

Group	n	DF	Median	Avg. Rank	Chi Square	P-value
Treatment	21	1	18	25.325	15.139137	< 0.0001
Control	17	1	14	11.558824		

Para la Hipótesis 4: No hay diferencias en la formación del equipo de estudiantes antes y después de ser presentados con tecnologías de información colaborativa. El valor p de la prueba Kruskal-Wallis es de 0.5174, por lo cual no hay evidencia suficiente para determinar que hay diferencias en la formación del equipo de estudiantes antes y después de ser presentados con tecnologías de información colaborativa.

**Table 7**  
*Treatment Group Pretest and Posttest Team Knowledge Formation (TKT)*

Group	n	DF	Median	Avg. Rank	Chi Square	P-value
Pre-Treatment	21	1	18	22.225	0.41899058	0.5174
Post-Treatment	20	1	17	19.833334		

Posteriormente, los autores plantean una serie de pruebas estadísticas para determinar la confiabilidad y la validez de hipótesis particulares, relacionadas con algunos puntos particulares de las evaluaciones, como por ejemplo:

TCP item 8: Mi equipo ignora los conflictos entre sus integrantes.

TCP item 11: Mi equipo tiende a comenzar a trabajar sin un plan específico

TCP item 14: Mi equipo es capaz de generar posibles soluciones y evaluarlas de manera efectiva y sistemática.

#### Discusiones y conclusiones

Se encuentra que la inclusión de instrucciones específicas sobre el uso de tecnologías de información y multimedia tiene un potencial definitivo para el conocimiento basado en el equipo. La flexibilidad de las tecnologías colaborativas permite tener un mayor nivel de conocimiento compartido en el grupo y que va más allá de tomar la responsabilidad de hacer las cosas individualmente. Incorporar tecnologías colaborativas en el grupo no incrementa la interacción en grupo.

La tecnología de información y multimedia puede ser útil mientras se tenga en los límites del control y dinamismo, ya que está limitada a los niveles de interacción y a la cantidad de dinamismo que hay en el grupo cuando se usan herramientas colaborativas.

El trabajo en equipo es una competencia fundamental y genera la base del conocimiento para los futuros docentes, como una inclusión efectiva en sus aplicaciones y su integración en las competencias del siglo XXI se consideran excepcionales en su práctica, y por ahora se analizan las expectativas de muchos educadores.

#### Aportes al presente proyecto

ESTRUCTURA DEL CONTENIDO DEL ARTÍCULO	APORTE AL PRESENTE PROYECTO
Identificar diferencias en los grupos de tratamiento y control, en un grupo de estudiantes de licenciatura en tecnología de la educación, en relación con factores como:	Para el presente proyecto de investigación, se pretende establecer una comparación entre dos metodologías de enseñanza-



<p>interacción con los miembros del grupo, presentación con y sin Tecnología de Información y multimedia, relación con el conocimiento del equipo, y formación del equipo de estudiantes.</p> <p><b>Objetivo:</b> Identificar diferencias en los grupos de tratamiento y control, a través de pre-tests y postests, que se relacionan con la falta de comprensión y la aceptación de manejar los conflictos, la planificación colectiva, y examen general y evaluación del trabajo de grupo.</p> <p><b>Escenario de aplicación:</b> Licenciatura en Tecnología de la Educación.</p> <p><b>Metodología del experimento:</b> Se seleccionan dos grupos, uno de tratamiento y otro de control, en los cuales se aplica una pre encuesta y post encuesta, al inicio, y sobre la semana 15 del curso (casi al final). Además para el grupo de tratamiento se aplica una encuesta dinámica complementaria. El grupo de tratamiento se asigna una metodología basada en sesiones con vídeos relacionados con el tema y una sesión de laboratorio, donde pueden plantear un proyecto en relación con el manejo de las tecnologías de información y multimedia.</p> <p><b>Instrumento de evaluación:</b> La evaluación de la percepción del equipo de colaboración (TPC por sus siglas en inglés) mide la interacción del equipo entre sus participantes. Una evaluación de 21 preguntas en las que el estudiante debe escoger entre un rango (desde "nunca" hasta "siempre"), que guía hacia la categorización de la descripción de su equipo. La prueba de conocimiento de equipo, (TKT por sus siglas en inglés), evalúa la formación del conocimiento del equipo en los participantes. Esta prueba tiene limitaciones, por ejemplo, preguntas dobles, aunque no en todas.</p> <p><b>Método de análisis:</b> Una vez identificados</p>	<p>aprendizaje, una basada en una metodología activa (a través de la lúdica) y otra basada en lo que se concibe como enseñanza tradicional (clases magistrales). Este experimento se desarrollará en un curso del pregrado en Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira.</p> <p>A diferencia del presente artículo, se considera un escenario de aplicación en la educación en ingeniería, particularmente en Ingeniería Industrial.</p> <p>Además se concibe la aplicación de un instrumento de evaluación relacionado con la evaluación por competencias.</p> <p>A diferencia del instrumento de evaluación que exponen los autores del presente artículo, para este proyecto de investigación se pretende aplicar uno de tal forma que sea pertinente con la evaluación por competencias.</p>
--	---

<p>los factores a analizar de acuerdo a las tres hipótesis planteadas por los autores, se realizaron distintas pruebas, de acuerdo con la definición si los datos correspondían a un análisis paramétrico o no paramétrico.</p> <p><b>Consideraciones adicionales:</b> Los autores también hicieron pruebas estadísticas para determinar la confiabilidad y la validez de hipótesis particulares, relacionadas con algunos puntos particulares de las evaluaciones, como por ejemplo:  TCP item 8: Mi equipo ignora los conflictos entre sus integrantes.  TCP item 11: Mi equipo tiende a comenzar a trabajar sin un plan específico  TCP item 14: Mi equipo es capaz de generar posibles soluciones y evaluarlas de manera efectiva y sistemática.</p>	
--	--

**2.1.6. Título: Pedagogical treatment and change in preservice teacher beliefs: an experimental study**

**Resumen:** Este estudio muestra si las creencias de los profesores del preservicio de Inglés como un Lenguaje Extranjero, acerca de la efectividad de los materiales de instrucción auténticos, comerciales y hechos por los mismos docentes, pueden cambiar después de un tratamiento pedagógico en un semestre entero. Utilizan grupo experimental y de control para hacer la medición y análisis estadístico.

**Autores e Institución:** Nihat Polat. Department of Instruction and Leadership in Education, Duquesne University, Pittsburgh, USA.

**Criterio de Búsqueda**

- **Journal consultado:** International Journal of Educational Research
- **Descripción del journal:** El International Journal of Educational Research publica textos regulares y temas especiales sobre algún tópico de interés para el público de investigadores internacionales sobre educación. Ejemplos de recientes temas han sido publicados ilustrando la amplitud de los temas que se incluyen en la revista: “Perspectivas de los estudiantes sobre ambientes de aprendizaje, aspectos sociales, motivacionales y emocionales de los problemas de aprendizaje”, “Creencias epistemológicas y dominio”, “Análisis de la cultura en el

salón de clases de matemáticas y prácticas”, y “Educación en Música: un sitio de creatividad colaborativa”.

- **Fecha de publicación del artículo:** Abril de 2011

## **Desarrollo del trabajo**

**Introducción.** El presente estudio se centra en determinar si los materiales de instrucción para enseñar una segunda lengua afectan positivamente a los estudiantes de EFL, (English as a Foreign Language), especialmente en configuraciones donde la clase es muy formal y tradicional. Por lo tanto, los materiales de instrucción efectivos constituyen una constante preocupación para los docentes de esta institución, quienes ahora tienen mayor autonomía para el desarrollo de sus clases. Pero la creencia de los docentes acerca del lenguaje de aprendizaje y enseñanza puede estar influenciada por el material de instrucción, y estas creencias pueden afectar negativamente la educación en una segunda lengua. Los resultados del presente estudio muestran que los profesores a menudo sin saberlo, se aferran con fuerza a sus creencias, porque están profundamente enraizadas en las experiencias de toda la vida, las cuales influyen, en últimas, la práctica en el salón de clases.

Este estudio examina si el tratamiento de una estructura totalmente de instrucciones puede tener efecto sobre las creencias de los profesores acerca de la efectividad de los diferentes tipos de materiales de instrucción. Los autores decidieron utilizar un método de comparación mixto, el cual analiza a través de dos grupos si las creencias de profesores del preservicio EFL acerca de la efectividad de cinco aspectos pueden cambiar a través del tratamiento aplicado. Los materiales pueden incluir menús de restaurantes, periódicos, películas, etc., mientras que los materiales comerciales, (libros, multimedia, y otros materiales profesionales) son creados por compañías de publicidad. Los materiales como escritos, textos cortos y hojas de trabajo, son creados por un grupo de profesores de grupos para L2 (aprendizaje en una segunda lengua).

**Creencias de los profesores acerca del lenguaje de enseñanza-aprendizaje.** El concepto "creencias de los docentes" ha sido utilizado en muchas áreas de la investigación en educación, enfatizando en varias definiciones que contienen términos como principios docentes, perspectivas epistemológicas y conocimiento profesional. Por ejemplo, Harvey (1986) define las creencias como "un conjunto de representaciones conceptuales que significan realidad para la persona, o cosas a las cuales le da validez suficiente, la verdad o veracidad de la dependencia garantiza en ella como una guía para el pensamiento y la acción personal". Pajares (1992), encontró en una investigación realizada en el tema de educación que las creencias se definen generalmente y son operadas en relación al número de factores como cognición, autoeficacia, valores y conocimiento, y destaca dificultad en la identificación de diferencias entre conocimiento y creencias. Para el presente estudio, los autores identifican una definición comprensiva que representa un sistema complejo e interdependiente de un repertorio experiencial, afectivo, cognitivo y meta-cognitivo, que involucra percepciones, perspectivas, ideologías,

conocimiento, teorías y principios que están relacionados con la toma de decisiones de los docentes y sus prácticas instruccionales. Los resultados de este estudio, acerca de las creencias de los profesores y su cambio de acuerdo a ciertos tratamientos pedagógicos, puede ser el primer paso hacia la consolidación de resultados sobre las creencias de los profesores del EFL y el cambio de ellas con respecto a los materiales de enseñanza.

**Diseño de investigación.** Este estudio presenta un enfoque diferente de la metodología de investigación con respecto a los estudios anteriores, que han mostrado resultados acerca de las creencias de los profesores sobre el material de enseñanza, a través de investigación empírica y descriptiva. El presente estudio utiliza un grupo de control para analizar estadísticamente los cambios en las creencias de los docentes después de un tratamiento pedagógico, mientras se conjugan los resultados con datos cualitativos. (Patton, 2002).

**Participantes y configuración.** Se cuenta con 90 participantes, 67 hombres y 23 mujeres docentes pertenecientes al preservicio de EFL, de la Universidad Eastern, en Turquía. Los participantes completaron un ciclo de preparación universitaria de 3 años y medio, sin cursar todavía cursos electivos. Un análisis de sus hojas de vida muestra que todos los participantes han tomado cursos de educación general y cursos específicos como métodos de enseñanza de la lengua, currículo de la lengua y evaluación, y lingüística básica.

Durante la práctica, los participantes fueron asignados aleatoriamente en grupos de 5 para trabajar con diferentes docentes colaboradores y supervisores, en 18 distritos escolares. Estos distritos fueron seleccionados basados en un conjunto de criterios, (calidad del profesor, facilidades básicas), cumplidos por la universidad, y los docentes colaboradores fueron entrenados para seguir la misma guía y desarrollo de competencias planteadas por la universidad.

Después de la admisión, los estudiantes fueron divididos aleatoriamente en dos grupos por departamento. Después de explicar el proyecto, solo 97 participantes decidieron participar en el estudio; datos de 7 estudiantes no fueron tenidos en cuenta, ya sea porque no quisieron participar, o porque no completaron las encuestas en su totalidad.

**Preguntas de investigación.** 1. Son significativas las creencias de los profesores del preservicio de EFL acerca de la efectividad y autenticidad de los materiales hechos y comercializados por los docentes, con respecto a cinco aspectos, (pedagogía, programa, aprendizaje, lenguaje y práctica)?

2. Sus creencias cambiaron después del tratamiento pedagógico estructurado acerca de la efectividad de estos materiales instruccionales? De ser así, sobre cuáles de los cinco aspectos mencionados anteriormente ocurrió el cambio?

**Grupos experimental y de control y el tratamiento.** Se desarrolló el experimento en dos clases intactas, una con el grupo de control y otra asignada como el grupo

experimental. La prueba se aplica en un curso titulado "Análisis de texto y evaluación", usando la misma filosofía pedagógica, los mismos materiales de instrucción, y los mismos métodos de evaluación.

A diferencia del grupo de control, el grupo experimental recibió una sesión de 20 minutos de una mini-sesión acerca de tres diferentes tipos de material instruccional, en un semestre académico de catorce semanas, enfocándose en el contexto de materiales instruccionales como los que pueden revelar aspectos de la práctica instruccional seguida por los docentes.

Para asegurar la conexión entre el tratamiento y el cambio en las creencias de manera clara y consistente, el contenido del tratamiento fue meticulosamente basado en items específicos usados para los cuestionarios. El cambio, como una medida de este estudio, se refiere a las diferencias entre las creencias de los participantes como se reporta en un pre y postprueba. A diferencia de estudios e investigaciones anteriores, se considera el cambio como la diferencia que presenta tanto grupo de control como experimental en los resultados del pre y post pruebas. Y para propósitos complementarios, se realizó un análisis cualitativo.

**Midiendo las creencias, instrumentos y procedimientos.** Para la recolección de datos, los autores se basaron en el Cuestionario de las Creencias acerca de los Materiales EFL, (BAEFLMQ por sus siglas en inglés), entrevistas semiestructuradas, ensayos de reflexión, asignaciones de práctica y guías, evaluaciones de curso y currículo. Se utilizaron también los promedios de las calificaciones generales, (GPAs) para la asignación aleatoria de los grupos a estudiar. Ambos grupos desarrollaron un precuestionario acerca de sus creencias en términos de los cinco aspectos mencionados, antes de la primera sesión del tratamiento. Al final del semestre los mismos dos grupos contestan el cuestionario para explicar si hubo algún cambio en sus creencias, este cuestionario se desarrolló tres semanas después de finalizar el semestre, con el fin de minimizar las posibilidades de recordar la información y evaluar el aprendizaje a largo plazo. Se seleccionaron aleatoriamente cinco participantes para atender una entrevista semiestructurada de 30 minutos para analizar a fondo los propósitos de la presente investigación. Cada participante también debió desarrollar un ensayo acerca de una reflexión retrospectiva acerca de si el tratamiento tuvo una incidencia en el cambio de sus creencias sobre el material educativo instruccional y de qué manera hubo influencia.

Los cuestionarios fueron aplicados a grupos de 45 estudiantes en dos sesiones diferentes durante el mismo día, sus respuestas fueron indicadas en una escala Likert de 1 a 5, siendo 1 extremadamente en desacuerdo y 5 extremadamente de acuerdo. Los cuestionarios fueron evaluados en términos de los cinco aspectos a evaluar, (métodos, procedimiento rol estudiante-docente, interacciones, etc.)

**Estandarización y confiabilidad del instrumento.** Los cuestionarios BAEFLMQ fueron diseñados y generados por investigadores expertos, sin embargo se prueba su

confiabilidad a través de una prueba de Cronbach's alpha, a través del software SPSS. Dos tipos de fuentes fueron consultadas en el proceso de selección de la prueba: (1) Investigación previa acerca del rol de los materiales de instrucción en la planeación, implementación y evaluación del lenguaje de Aprendizaje y Enseñanza. (2) Evaluación de múltiples materiales y evaluación sistemática que algunos autores han publicado en journals sobre el tema. La confiabilidad de las respuestas en el cuestionario, en la prueba piloto, fue determinada usando la prueba de Cronbach's alpha un modelo que mide la consistencia interna de los ítems que son presumidos para medir el mismo constructo (Stemler, 2004). El nivel alpha de cada uno de los 40 ítems se desarrolló entre los intervalos [0.57; 0.73], de los cuales seis ítems estaban por debajo de 0.7, por lo tanto se borraron del cuestionario.

**Análisis de datos.** Se analizaron los resultados a través de varias pruebas: Una serie de dos medidas repetidas, análisis multivariado entre dos grupos, pruebas de varianza y prueba-t, para comparar y contrastar las creencias de los participantes acerca de la efectividad de los materiales instruccionales en los cinco aspectos antes mencionados. Examinando posibles diferencias encontradas en los tratamientos, se utilizó software SPSS para hacer un análisis multivariado sobre los puntajes obtenidos. Las entrevistas fueron grabadas, transcritas y devueltas a los participantes para modificaciones o aclaraciones, cuyos resultados fueron combinados y sintetizados. El análisis de los ensayos de reflexión y retrospectiva recogieron temas comunes relacionados con la construcción del "cambio" en las creencias.

## **Resultados**

**Cuantitativos.** La primera pregunta de investigación está enfocada si había diferencias en las creencias de todos los participantes antes del tratamiento. Un análisis ANVOA de dos factores se incluye, identificando como medida dependiente los puntajes medios de los participantes para cada tipo de material y los cinco aspectos como medida repetida. Se encuentra un efecto significativo estadísticamente de interacción con respecto a la variación en las creencias de los participantes acerca de la efectividad de diferentes aspectos de estos materiales.

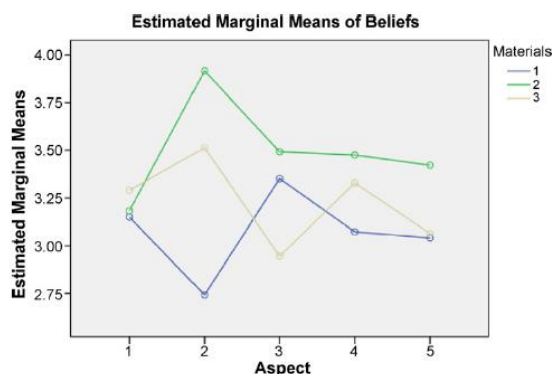
$$F(8,82) = 19.05$$

$$p < 0.1$$

$$n^2 = 0.65$$

$$d = 0.35$$

Por lo tanto, 15 conjuntos de pruebas t pareadas se realizaron enfocadas hacia donde la variación en las creencias fueran positivas.



(Materials: 1. Teacher-made, 2. Commercial, 3. Authentic)  
 Aspects: 1. Pedagogy, 2. Program, 3. Language, 4. Learner, 5. Practicality)

Fig.1. The figure presents mean differences in participants' beliefs regarding the five aspects of the three kinds of materials.  
 Materials: 1. Teacher-made, 2. commercial, 3. authentic.  
 Aspects: 1. Pedagogy, 2. program, 3. language, 4. learner, 5. practicality.

Se realizó una corrección de Bonferroni para evitar caer en Error tipo I, para cada nivel de significancia dado

**Table 1**  
 Summary of the T-test results about variance in teacher beliefs prior to the treatment.

Aspects/kinds	TM-C	TM-A	C-A
Aspect 1	( $t = -.473, p = .64$ )	( $t = -2.245, p = .027$ )	( $t = -1.532, p = .13$ )
Aspect 2	( $t = 16.816, p < .001$ )	( $t = -9.332, p < .001$ )	( $t = 6.292, p < .001$ )
Aspect 3	( $t = -2.479, p = .015$ )	( $t = 5.117, p < .001$ )	( $t = 8.950, p < .001$ )
Aspect 4	( $t = -6.653, p < .001$ )	( $t = -3.502, p < .01$ )	( $t = 2.245, p = .030$ )
Aspect 5	( $t = -4.919, p < .001$ )	( $t = -.280, p = .78$ )	( $t = 4.299, p < .001$ )

Materials: 1. Teacher-made (TM), 2. commercial (C), 3. authentic (A).  
 Aspects: 1. Pedagogy, 2. program, 3. language, 4. learner, 5. practicality.

La corrección de Bonferroni incluye una división entre un nivel de significancia predeterminado por ejemplo, 0.05, entre el número de veces a desarrollar el test, para este caso se multiplica el número de materiales por los 5 aspectos. El nivel de significancia para cada uno de estas pruebas t es de 0.033. Los resultados indican que hubo variaciones en las creencias de los participantes solo con respecto a algunos aspectos de esos materiales.

La tabla 1 muestra que en términos del uso efectivo de cada tipo de material, no hubo diferencias significativas en el cambio de las creencias de los participantes, con respecto a los tipos de materiales, Teacher Made and Commercial (TM-C), Teacher Made and Authentic (TM-A), y Commercial and Authentic (C-A).

Los participantes mostraron diferencias significativas en las creencias del uso efectivo de los materiales en diferentes programas. Con respecto al aspecto 3, (calidad del contenido del lenguaje y efectividad en diferentes aspectos de la enseñanza), se muestra diferencia en las creencias cuando se usa material TM-A (material hecho por el profesor y auténtico) y C-A (material comercializado y auténtico).

Para el aspecto 4 (la efectividad de los materiales se relaciona con las diferentes variables del aprendizaje) se encuentran diferencias significativas en las creencias de los participantes cuando se aplica el material TM-C. En el aspecto 5 todos los materiales aplicados mostraron diferencias significativas.

Luego de encontrar una buena cantidad de diferencias en las creencias de los participantes, se realizó un análisis ANOVA de 3 factores para determinar si hubo cambios en las creencias con respecto a los aspectos de los materiales donde se encontraron diferencias.

Se aplicó otro método de análisis de los datos tanto de la pre prueba como de la post prueba, el diseño de calificación obtenida, donde se usó una forma simple de análisis.

Usando SPSS, se encontraron las diferencias en los puntajes obtenidos en ambas pruebas para cada medida, (asumidas como variables dependientes), y luego fueron insertadas en el modelo de análisis multivariado, con las dos condiciones de los tratamientos como un factor intermedio.

Los resultados muestran cambios significativos en el patrón de resultados sobre los cinco aspectos estudiados.  $F(15,75) = 2.41$ ,  $p > 0.5$ . La tabla 2 muestra los cambios estadísticamente significativos en las creencias de los participantes, por cada medida. Solamente se presentaron cambios cuando se incluyeron materiales TM y CM, no hubo cambios significativos cuando se implementaban materiales auténticos.

De las cinco diferencias estadísticas encontradas, tres eran causadas por los materiales hechos por los docentes (TM). Por ejemplo, para el aspecto 1, se encuentra que  $F(1,89) = 5.50$ ,  $p > 0.05$ , lo cual indica que las creencias de los participantes con respecto a los aspectos pedagógicos de los materiales hechos por los docentes llegaron a ser menos favorables como resultado del tratamiento. El mayor nivel de significancia obtenido para las diferencias en los cambios de las creencias cuando se aplicó materiales hechos por los docentes, fue el aspecto 5,  $F(1,89) = 9.25$ ,  $p > 0.05$ . Este resultado indica que, después del tratamiento, las creencias de los participantes llegaron a ser menos favorables acerca del lenguaje relacionado con la implementación de los materiales hechos por los docentes.

También se muestra que hubo dos cambios estadísticamente significativos sobre materiales comerciales, relacionados con el aspecto 2,  $F(1,89) = 4.61$ ,  $p > 0.5$ . Estos resultados sugieren que las creencias de los participantes sobre los materiales comerciales comenzaron a ser más favorables, relacionados con el programa y aspectos prácticos. (CM-Aspecto 2 y CM-Aspecto 5).

Inesperadamente, los autores encuentran que no se presentaron cambios significativamente estadísticos para ninguno de los aspectos relacionados con materiales auténticos, no hubo ningún cambio en la efectividad de estos aspectos.



**Cualitativos.** De los resultados de las entrevistas y los ensayos reflexivos, se encontró que los participantes entrevistados encuentran en los tratamientos generaron compromiso en el hecho de llamar a una reflexión individual y una evaluación metacognitiva. De sus creencias acerca de numerosos aspectos que se pueden encontrar en los materiales implementados.

Los resultados muestran que los estudiantes identificaron un alto grado de complejidad en los materiales instruccionales para la enseñanza de una segunda lengua, como también se cuestionaron y reformaron sus actuales creencias acerca de la efectividad de estos materiales.

También se encontraron respuestas que refuerzan los análisis cuantitativos, de forma general, se encontró que algunos estudiantes encuentran cambios en las creencias cuando se implementan algunos tipos de materiales, sobre algunos aspectos, cambios en sentido positivo y negativo, evidenciando cualitativamente la existencia de cambios de sus creencias ocurridas en ambas direcciones.

En cuanto al aspecto pedagógico, los participantes comentaron acerca de la efectividad del tratamiento. El método de análisis y evaluación por etapas, resulta ser más efectivo, ya que les proporciona a los participantes compromiso, una reflexión metacognitiva, reevaluación, y reforma de sus creencias acerca de la efectividad de estos materiales.

**Discusión.** Los resultados del presente estudio revelan una cantidad significativa de variación en las creencias de los participantes acerca de la efectividad de los materiales de instrucción, en relación con cinco aspectos. Sin embargo estas diferencias no se encontraron en todos los materiales aplicados.

Durante el experimento, los participantes fueron expuestos a conocimiento tanto teórico como práctico, acerca de los cinco aspectos de estos materiales en cada tratamiento. Consecuentemente como se expone en el análisis cualitativo, los participantes cambiaron algunas de sus creencias acerca de la efectividad de los materiales hechos por los docentes comparados con los comerciales y los auténticos.

**Conclusiones y futuras direcciones.** Los resultados muestran cambios en algunas creencias, con respecto a algunos aspectos de los materiales de instrucción. En general, estos resultados sugieren un estudio con una estructura más específica, con tratamientos especializados que les permita a los interesados en la educación en una segunda lengua, conocer las creencias de los participantes sobre los materiales instruccionales. De esta forma, los programas de educación de profesores deben identificar y analizar estas creencias y diseñar programas pertinentes y asegurar prácticas más efectivas. Por lo tanto, el por qué y el cómo se han construido estas creencias acerca de los diferentes aspectos de los materiales necesita estudiarse desde un método de investigación mixto.

**Aportes al presente proyecto**

ESTRUCTURA DEL CONTENIDO DEL ARTÍCULO	APORTE AL PRESENTE PROYECTO
<p>Uso de un diseño experimental (con grupo experimental y de control) para determinar si las creencias de los profesores del preservicio de Inglés como lengua extranjera pueden cambiar en relación con los materiales de instrucción, (auténticos, comerciales y hechos por los mismos docentes).</p> <p><b>Objetivo:</b> examina si el tratamiento de una estructura totalmente de instrucciones puede tener efecto sobre las creencias de los profesores acerca de la efectividad de los diferentes tipos de materiales de instrucción.</p> <p>Escenario de aplicación: Docentes del preservicio de Inglés como Lengua Extranjera, EFL.</p> <p><b>Diseño de la investigación:</b> El presente estudio utiliza un grupo de control para analizar estadísticamente los cambios en las creencias de los docentes después de un tratamiento pedagógico, mientras se conjugan los resultados con datos cualitativos.</p> <p>Se desarrolló la asignación aleatoria tanto de los docentes a ser evaluados, como los estudiantes quienes se distribuirían en un grupo experimental y otro de control.</p> <p>A diferencia del grupo de control, el grupo experimental recibió una sesión de 20 minutos de una mini-sesión acerca de tres diferentes tipos de material instruccional, en un semestre académico de catorce semanas, enfocándose en el contexto de materiales instruccionales como los que pueden revelar aspectos de la práctica instruccional seguida por los docentes.</p>	<p>El presente artículo se enfoca en la evaluación del impacto que diferentes metodologías de enseñanza genera en los mismos docentes de una escuela de enseñanza de la lengua inglesa como segundo idioma. En contraste, el presente proyecto pretende evaluar el impacto de dos metodologías seguidas en el salón de clases, para una asignatura en particular, de los estudiantes del pregrado de Ingeniería Industrial.</p> <p>El instrumento de evaluación será aplicado de la misma forma y con el mismo método a ambos escenarios de experimentación. No habrá actividades adicionales que genere poca homogeneidad en los grupos a evaluar.</p>

**2.1.7. Título: Experimental evaluation of the effects of cooperative learning on kindergarden children's mathematical ability**

**Resumen:** El presente artículo muestra un estudio realizado con niños de grado kinder, o transición a escolar, el cual muestra los efectos del aprendizaje cooperativo en las habilidades de matemáticas y comportamientos sociales cooperativos, además de evaluar las perspectivas de los profesores con respecto a la implementación del programa. Se realizó el estudio a través de un análisis de dos grupos, uno experimental (n=17) y otro de control (n=17). En el grupo experimental el plan de estudios estuvo basado en el método de aprendizaje cooperativo, utilizando prácticas y actividades de este método. Mejoras significativas se encontraron con respecto a las habilidades en matemáticas para estos niños.

**Palabras clave:** Aprendizaje cooperativo, habilidad en matemáticas, infancia.

**Autores e Institución:** Perihan Dinc, Artut. Cukurova University, Faculty of Education, Department of Elementary Education, Turkey

### **Criterio de Búsqueda**

- **Journal consultado:** International Journal of Educational Research
- **Descripción del journal:** El International Journal of Educational Research publica textos regulares y temas especiales sobre algún tópico de interés para el público de investigadores internacionales sobre educación. Ejemplos de recientes temas han sido publicados ilustrando la amplitud de los temas que se incluyen en la revista: “Perspectivas de los estudiantes sobre ambientes de aprendizaje, aspectos sociales, motivacionales y emocionales de los problemas de aprendizaje”, “Creencias epistemológicas y dominio”, “Análisis de la cultura en el salón de clases de matemáticas y prácticas”, y “Educación en Música: un sitio de creatividad colaborativa”.
- **Fecha de publicación del artículo:** Abril de 2010.

### **Desarrollo del trabajo**

**Objetivo.** El objetivo de este estudio fue investigar el efecto del aprendizaje cooperativo sobre la habilidad en matemáticas y comportamientos sociales cooperativos en los niños de kindergarden y evaluar las perspectivas de los profesores en la aplicación del programa. Un grupo de control (n=17) y un grupo experimental (n=17) fueron estudiados.

**Introducción.** El autor realiza una descripción de cómo se enfoca la enseñanza de las matemáticas para los niños de kinder. Afirmando las acepciones de otros autores, expone la importancia de las matemáticas como base fundamental para toda la etapa escolar del niño.

Existen muchos métodos de enseñanza para mejorar las habilidades en matemáticas de los niños de kinder, y algunos autores exponen la importancia de implementar ambientes de trabajo activo y de enseñanza práctica, para reforzar un proceso de enseñanza colaborativa

Escucha activa. Muchos estudios, ((Al-Halal, 2001; Artut & Tarim, 2007; Gomleksiz, 1997; Karper & Melnick, 1993; Tarim, 2003; Slavin & Karweit, 1985; Slavin, Leavey, & Madden, 1984; Tarim & Akdeniz, 2008; Tarim & Artut, 2004) han mostrado estudios donde muestran que los ambientes de grupos cooperativos mejoran las habilidades en matemáticas de los estudiantes.

Se define el aprendizaje cooperativo como una técnica pedagógica que incita a los estudiantes a trabajar en grupo para maximizar su propio aprendizaje y el de sus compañeros, (Johnson & Johnson, 1999), es usado en muchos campos y aplicado en diferentes niveles educativos. Se proponen mejoras, con este método, en el logro de los objetivos del curso, relaciones interpersonales, autoestima, actitud, ansiedad y la inclusión de las necesidades específicas de cada estudiante.

**Escucha activa.** El estándar más importante del aprendizaje cooperativo es la escucha activa. Es importante que el estudiante esté listo para escuchar. El profesor debe estar seguro que tiene la atención centrada en él y que no hay distracciones. Se han diseñado materiales de escucha activa que garantiza este estándar, y puede aplicarse para tener un proceso de enseñanza efectivo. Para el caso particular, se tienen imágenes de un par de oídos, un par de ojos y un par de manos. Los niños luego hablan de lo que significa cada imagen. Los ojos significan que los niños deben mirar al profesor mientras lo escuchan, los oídos significan que deben escucharlo atentamente, y las manos significan que no deben estar interesados en otras cosas mientras lo escuchan, (Curran, 1998).

"Happy talk": Es un método que se utiliza para involucrar a los niños en el planteamiento de oraciones, frases y conductas positivas. Cada niño debe hacer una contribución o participación positiva del tema que se esté desarrollando

Cada uno participa: Este es otro estándar en el que se le asigna la responsabilidad a cada niño de participar con opiniones al tema en desarrollo.

El presente estudio evalúa el efecto del aprendizaje cooperativo en las habilidades de matemáticas en los niños de kinder. Se plantean las siguientes preguntas de investigación:

1. Tiene algún efecto el aprendizaje cooperativo sobre el aprendizaje de las matemáticas de los niños?
- 2.Cuál es el punto de vista de los docentes o su experiencia con el método de aprendizaje cooperativo?
3. Qué comportamientos cooperativos mostraron los estudiantes en la condición de aprendizaje cooperativo?

**Métodos.** Participantes. El estudio se desarrolló en dos jardines privados en la ciudad de Adana, Turquía. Los sitios fueron escogidos aleatoriamente para ser grupos experimental

y de control. El estudio se desarrolló en dos escuelas diferentes para evitar la interacción entre los niños de grupos control y experimental. Las condiciones demográficas de los estudiantes participantes en el estudio son: sus familias presentan un nivel de ingresos medio y alto, sus padres tienen títulos universitarios de medicina, enfermería, ingeniería y educación.

Para el grupo experimental, se escogieron 17 niños, (9 mujeres, 8 hombres), para el grupo de comparación, igual número de niños, (8 mujeres, 9 hombres). La mayoría de los niños no sabían leer ni escribir.

Para la prueba, un profesor y un asistente estuvieron presentes en ambos grupos. El profesor del grupo experimental cuenta con 11 años de experiencia en educación, y el profesor en el grupo de comparación cuenta con 13 años de experiencia. Ambas mujeres.

Se condujo una entrevista antes del experimento, ambas docentes hablan de que ha sido muy difícil lograr que los niños trabajen en grupo, en función de su aprendizaje.

La docente del grupo experimental siguió un entrenamiento por cinco horas, acerca de las técnicas de aprendizaje cooperativo, qué es y cómo se aplica en el grado kinder.

**Medidas.** El test de habilidades tempranas en matemáticas. Este test fue diseñado por Ginsburg y Baroody, (2003) para evaluar las habilidades en matemáticas de los niños. Esta prueba ha sido validada y puesta a prueba de confiabilidad por seis años.

**Observación.** Se planeó una observación semi-estructurada por parte del investigador, para identificar si los niños mostraron comportamientos de aprendizaje cooperativo como participación en las actividades en clase, compartiendo y entendiendo las instrucciones. Durante las primeras tres semanas del estudio, (periodo de preparación), el investigador observó ambos grupos, (experimental y de comparación). Una vez los niños se acostumbraron a la presencia del investigador, el experimento comenzó a rodar.

**Entrevista del profesor.** Entrevista a los docentes. Se realizaron entrevistas semi-estructuradas con las profesoras de ambos grupos, tanto al inicio como al final del estudio. El investigador formuló preguntas relacionadas con sus perspectivas acerca del trabajo en grupo, la estructura generada de cada salón de clases, los niveles de los niños. Al final del estudio, a la docente del grupo experimental se le preguntó acerca de una evaluación del trabajo en grupo, la adquisición de habilidades en matemáticas en los niños, y sus opiniones acerca del método de aprendizaje cooperativo.

Intervención instruccional. En el grupo experimental se desarrollaron actividades con el método de aprendizaje cooperativo: Suma (3 actividades), resta (3 actividades), sumas y restas (2 actividades), reparticiones (3 actividades) y patrones (2 actividades), en total 13 actividades. Cada actividad incluía una estructura cooperativa: reunión de ideas usando habilidades sociales, reunión de ideas para el equipo, compartiendo con el equipo, y a través de preguntas.

Luego, el investigador y la docente se sentaron a estudiar las mejoras posibles en las actividades, llegando a una conclusión de intervenir con las actividades dos días a la semana, y una duración de una hora para cada actividad. Los mismos conceptos de matemáticas fueron enseñados en el grupo de comparación, sin la metodología de aprendizaje cooperativo.

**Tratamiento.** En cada actividad, se trabaja en grupos de 2, 3 o 4 niños, los cuales fueron seleccionados aleatoriamente siempre. El programa usado en el grupo de control se describe a continuación:

1. Los niños recibieron las descripciones necesarias del programa y de las actividades de conocimiento con sus compañeros. Aquí, la profesora explicó lo hablado en escucha activa y "Happy talk".

2. Se utilizan actividades que involucran a toda la clase para preparar a los niños para el trabajo en grupo. Estas actividades incluyeron conteo rítmico hacia adelante, hacia atrás, y jugando con un ábaco y contar los materiales preparados por el investigador.

3. Se asignan los niños a los grupos de tres, y se les pide que hagan un dibujo que represente a su grupo, con el fin de fortalecer la competencia de trabajo en grupo. Ellos escogen figuras como estrellas, dinosaurios y flores para identificar a su grupo.

4. Se incluyen algunas actividades cooperativas, introduciendo a los niños a trabajar en grupo y ser muy colaboradores.

5. Los niños participan en algunas actividades introduciendo conceptos de matemáticas, como adición, sustracción, reparto y patrones.

6. Se utilizaron materiales para cortar, pegar y pintar. Se les pidió que compartieran los materiales.

7. Al final de cada actividad, los grupos fueron instruidos para pintar una imagen apropiada de la idea central de la actividad (contada a través de una historia).

Si el objetivo de la actividad incluía suma o resta, la operación apropiada aparecía como la imagen común del grupo de niños.

8. Diferentes actividades de enseñanza de matemáticas se aplicaron dos veces por 10 semanas.

9. En la semana final, los niños recibieron una evaluación y certificado de sus logros.

En la tabla 1 se muestran las actividades seguidas en ambos grupos para enseñar los temas mencionados. En el grupo de control, nunca hubo trabajo en grupo, y se enseñaron los mismos temas.

**Table 1**  
Mathematical concepts taught in both groups.

	Mathematical concept activities	
	Experiment	Control
Addition	Three cooperative learning activities	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Two individual activities with concrete material</li> <li>• Two individual activities with worksheets</li> </ul>
Subtraction	Three cooperative learning activities	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Two individual activities with concrete material</li> <li>• Two individual activities with worksheet</li> </ul>
Addition-subtraction	Two cooperative learning activities	<ul style="list-style-type: none"> <li>• One whole-class game activity</li> <li>• one individual activity with worksheet</li> </ul>
Apportioning	Three cooperative learning activities	<ul style="list-style-type: none"> <li>• One whole-class game activity</li> <li>• One individual activity with worksheet</li> <li>• One individual activity with worksheet</li> </ul>
Patterning	Two cooperative learning activities	<ul style="list-style-type: none"> <li>• One individual activity with worksheet</li> <li>• one individual activity with worksheet</li> </ul>

**Análisis de datos.** Se utilizó un análisis de comparación de medias a través de pruebas-t para encontrar diferencias significativas en los puntajes de los dos grupos, en el pre-test. Los resultados para el grupo de control fueron ligeramente superiores que para los niños participantes en el grupo experimental. Luego se acudió a un análisis de covarianzas para determinar si hubo diferencias significativas en los resultados del post-test. Un valor de probabilidad de  $p \leq 0.5$  fue considerado como estadísticamente significativo para ambas pruebas.

Para el análisis cualitativo, se hizo un análisis del contenido de las entrevistas hechas a las docentes, los comportamientos observados en los niños y comportamientos cognitivos. La información fue codificada de acuerdo con los comportamientos cooperativos identificados, que se presentan en la tabla 3.

**Resultados.** Los resultados son mostrados en dos secciones: una donde se muestran los resultados obtenidos del TEMA-3 antes y después del experimento, y ventajas y desventajas del programa basado en el método de aprendizaje cooperativo.

Resultados de la prueba TEMA-3 antes y después del experimento

**Table 2**  
Statistical analysis of TEMA-3 pre-test and post-test scores in both groups.

Groups	N	Pre-test		Post-test		Estimated post-test	
		M	SD	M	SD	M	SE
Experimental	17	101.52	11.84	109.4	10.94	110.80	2.20
Comparison	17	104.70	10.83	105.11	15.38	103.72	2.21

Estimated post-tests are adjusted for the pre-test.

**Table 3**  
Themes and codes used to describe observation findings.

Themes	Codes
Cooperating and sharing	- Offering help to his/her friends - Sharing his/her materials (coloured pens, eraser, glue, etc.)
Listening to the instructions	- Listening to teacher - Warning to friends about listening to teacher - Stopping his/her activity when teacher is speaking
Participating of each child	- Participating in the work, completing his/her task - Willing to complete the task
Working in a group	- Working cooperatively in the group - Suggesting solutions to problems encountered in the group

De la tabla 2 se concluye que el puntaje promedio del grupo de comparación fue ligeramente mayor que en el grupo experimental, en el pre test, para el post test cambió la situación.

Fue necesario hacer una prueba t, la cual no encontró diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos, ( $t(32)=-0.816$ ,  $p>0.05$ ). Se hizo un análisis de covarianzas para determinar si existieron diferencias estadísticamente significativas entre los puntajes medios obtenidos en el post-test. El análisis indica un efecto significativo en el tratamiento en favor del grupo experimental.  $F(1,31)=5.09$ ,  $p<0.05$ .

Ventajas y desventajas del programa basado en el método de aprendizaje cooperativo: la observación. Las observaciones se analizaron en cuatro grupos: Cooperando y compartiendo, escuchando las instrucciones, participación de cada niño y trabajando en grupo.

Cooperando y compartiendo: Al comienzo del experimento, se les entregó materiales a algunos niños de cada grupo para que trabajaran en grupo, las reacciones iniciales de algunos de ellos estaba enfocada a trabajar individualmente. Luego de un rato los niños comenzaron a cooperar y colaborar con el préstamo y compartir sus materiales.

Escuchando las instrucciones: Al finalizar el proceso, los niños del grupo experimental tuvieron una mejor capacidad de escucha a las instrucciones del profesor. Al comienzo del estudio, el docente tuvo dificultad en capturar su atención cuando debía dar las instrucciones necesarias para el desarrollo de las actividades.

Participación de cada niño: El estudio tenía el objetivo de que todos los niños participaran, para lo cual se presentaron muy buenos resultados. Cada integrante del grupo estaba dispuesto a cumplir con sus responsabilidades. Algunos niños del grupo de control no estuvieron todo el tiempo dispuestos a cumplir con las tareas y ejercicios propuestos. En



el grupo experimental se felicitaban unos a otros cuando salían a participar con el desarrollo de las actividades.

Por ejemplo, una de las actividades estuvo orientada a desarrollar, para el grupo experimental, unos dibujos donde se representarían a ellos mismos, allí todos participaron y todos querían exponer sus dibujos. Mientras que en el grupo de control, se desarrolló una actividad similar, pero a través de unas tablas y sin dibujos, los resultados allí no fueron muy positivos, los estudiantes no querían participar y algunos decían que estaban aburridos.

Trabajando en grupo: Durante el desarrollo de las actividades en el grupo experimental, hubo momentos en los que los niños encontraban problemas para tomar decisiones en equipo, y lograron una capacidad de escucha y trabajo activo y colaborativo, de manera que les permitió lograr competencias de trabajo en grupo.

Ventajas y desventajas del programa basado en el método de aprendizaje cooperativo: entrevista La docente del grupo experimental manifestó ciertas preocupaciones con respecto al trabajo en grupo antes de desarrollar el experimento. Inicialmente porque ella no se sentía cómoda con este modo de poner a trabajar a los niños, además de que no estaban acostumbrados a trabajar de esta forma. Ella consideraba que no le pondrían la atención suficiente para entender las actividades y se podrían distraer mucho.

Al finalizar las actividades, se dio cuenta de que los niños habían mejorado las competencias relacionadas con las habilidades abstractas para las matemáticas, el sentido de compartir y colaborar. La actitud de la profesora hacia el trabajo en grupo cambió positivamente.

La profesora del grupo de control orientó actividades individuales con los niños, para desarrollar las temáticas de estudio. En algunos casos puso a los niños a trabajar en grupo, pero inclusive los niños trabajaban individualmente inclusive cuando se sentaban en grupo.

**Discusión.** De manera general se ha determinado, a través de varios estudios que el aprendizaje cooperativo ha mostrado producir efectos positivos en las habilidades de matemáticas en los niños. Los resultados de este estudio son consistentes con las investigaciones previas. Podríamos inferir que la mejora en las habilidades en matemáticas puede atribuirse a un programa cooperativo.

En la implementación del experimento, se asignaron los niños en grupos de forma aleatoria, garantizando que pudieran interactuar con niños con mejores habilidades como también con niños con menores capacidades. Grandes autores y pedagogos, como por ejemplo Piaget, afirman que es muy importante que los niños interactúen en un contexto social con demás niños con iguales capacidades, como también con mejores o menos habilidades que ellos para promover un buen aprendizaje y desarrollo cognitivo.

Vigotsky afirma que los niños desarrollan habilidades cognitivas interactuando con los demás compañeros que tienen mejores habilidades, ya que son desafiados a participar en la resolución de problemas de mayor complejidad, y llegó a identificar que la mejor forma de generar este desarrollo es a través de ambientes de aprendizaje cooperativo.

En este estudio también se encontró que los niños que participaron en el grupo experimental, generaron un mayor nivel de escucha activa al prestar atención a las instrucciones de la profesora, en comparación con el grupo de control. Se puede considerar como un factor adicional en este estudio el uso de material que promueve la escucha activa, como un estándar muy importante.

Las lecciones de aprendizaje cooperativo ayudaron a los niños a desarrollar habilidades mentales y motoras para incorporar no solo en matemáticas, sino también en literatura y artes al mismo tiempo.

**Conclusiones.** Los hallazgos en este estudio muestran que los métodos de aprendizaje cooperativo pueden aplicarse para enseñar conceptos matemáticos en grado kinder. En el grupo de control se prefirieron las clases tradicionales, no se veía el concepto trabajo en grupo. No hubo cambios en temas como compartir, cooperar y definir cosas en equipo en los niños.

En el grupo experimental, los niños estuvieron dispuestos a colaborar, compartir y escuchar al docente, además de responsabilizarse por sus actividades. Este tipo de estudios pueden sugerirse para aplicarlos a los estudiantes de grado kinder. Algunas sugerencias al respecto se pueden dejar para los docentes.

- Este método puede ser fácilmente usado en la enseñanza de matemáticas dentro de un currículo de kindergarden.
- Este método es más efectivo cuando se introducen los estándares de aprendizaje cooperativo en los salones de clase, y aplicados en ambientes donde los niños vengan acostumbrados al trabajo en grupo.
- El uso de las habilidades sociales en aprendizaje cooperativo pueden chequearse a lo largo de la intervención.

**Aportes al presente proyecto**

ESTRUCTURA DEL CONTENIDO DEL ARTÍCULO	APORTE AL PRESENTE PROYECTO
<p><b>Objetivo:</b> Investigar el efecto del aprendizaje cooperativo sobre la habilidad en matemáticas y comportamientos sociales cooperativos en los niños de kindergarden y evaluar las perspectivas de los profesores</p>	<p>El objetivo que persigue el presente artículo está muy relacionado con el planteamiento del objetivo general de este proyecto de investigación. Medir el efecto del aprendizaje en determinados estudiantes.</p>

<p>en la aplicación del programa.</p> <p><b>Escenario de aplicación:</b> Estudiantes de kindergarden.</p> <p><b>Metodología del experimento:</b> Asignación aleatoria de los estudiantes en dos grupos, (experimental y de control). En el grupo experimental, el docente introduce a los niños a un sistema de aprendizaje cooperativo y en equipo. En el grupo de control se sigue una metodología de enseñanza tradicional. Se realiza la prueba en cada grupo en simultáneo, con las mismas temáticas a desarrollar.</p> <p><b>Instrumento de Evaluación:</b> Se basó en un test de habilidades tempranas en matemáticas. Test estándar, además de una observación semiestructurada por parte de un investigador que estuvo presente en las sesiones del experimento, y finalmente una entrevista con los docentes que orientaron las actividades.</p> <p><b>Método de análisis:</b> Análisis de comparación de medias de los resultados a través del test estándar, con ayuda de las pruebas-t. Lo anterior aplicado al pre-test. Para analizar los resultados del post-test, (prueba realizada después de ejecutar el experimento), se hizo un análisis de covarianzas para determinar diferencias estadísticamente significativas entre los puntajes medios.</p>	<p>El escenario de aplicación para este proyecto sería diferente. Se pretende realizar en un escenario donde los estudiantes sean de pregrado y de Ingeniería.</p> <p>La asignación aleatoria de los dos grupos, para determinar las mediciones es fundamental, y considerada también en el presente proyecto.</p> <p>El instrumento de evaluación corresponde a un instrumento ya diseñado, uno estándar, particular para la temática que se desea abordar en el experimento del presente artículo. Para el proyecto de investigación se planea establecer un mecanismo de evaluación cuantitativa y cualitativa que permita generar un sistema de evaluación por competencias.</p> <p>En la metodología seguida para desarrollar el experimento y realizar las mediciones, además del test, los autores proponen una entrevista con los docentes de cada grupo y un proceso de observación semiestructurada en donde un investigador podía evaluar el comportamiento y las conductas de los niños en el desarrollo del mismo. En contraste, para el presente proyecto se pretende realizar un proceso de observación adicional, durante el desarrollo de cada actividad académica para obtener información de carácter cualitativa.</p>
---	---

**2.1.8. Título: Combining active learning techniques and productivity projects to improve student performance in production and operations management classes: an exploratory study**

**Resumen:** En este estudio exploratorio, los investigadores comparan el uso de aprendizaje activo y tecnología en la cual integran los conceptos de IO con software de productividad, frente a un método de enseñanza tradicional. Los resultados sugieren que tanto el aprendizaje activo como la tecnología tienen efectos positivos.

**Palabras clave:** Producción e Investigación de Operaciones, Educación, Aprendizaje Activo

**Autores e Institución:** Queen Esther Booker, Claudia Pragman, Minnesota State University Mankato. Fred L. Kitchens, Ball State University. Carl Rebman Jr., University of San Diego.

### **Criterio de Búsqueda**

- **Journal consultado:** Decisions Science Journal.  
<http://www.decisionsciences.org/Proceedings/DSI2008/docs/442-6544.pdf>
- **Descripción del journal:** Decisions Science, la principal revista del Instituto de Ciencias de la Decisión, publica las investigaciones de expertos académicos acerca de la toma de decisiones dentro de los límites de una organización, como también decisiones relativas a la coordinación de empresas. El journal promueve investigación avanzada en toma de decisiones e interfaces de funciones de negocios y límites organizacionales.
- **Fecha de publicación del artículo:** Noviembre de 2008

### **Desarrollo del trabajo**

**Objetivo:** Estudio exploratorio para comparar el desempeño del aprendizaje activo, vs el aprendizaje tradicional en la enseñanza de administración de operaciones con software para la productividad. Los resultados se basan en un modelo de regresión, y después un análisis de varianzas ANOVA.

#### Introducción

La Producción e Investigación de Operaciones son disciplinas importantes de ser estudiadas y asimiladas por estudiantes de escuelas de negocios, hace parte de sus currículos, pero sus orientadores encuentran desinterés por parte de los estudiantes hacia sus conceptos, muchas veces porque requiere de mucha matemática y estadística, o porque los estudiantes no le ven mucha aplicabilidad en su carrera. La pregunta inicial de la facultad se enfocaba en encontrar los tópicos clave en la carrera, los cuales requieren conocimiento de estas disciplinas, como son administración de calidad, control, toma de decisiones en todos los niveles. Se ha diseñado un modelo de aprendizaje activo para promover la integración de los principios de Investigación de Operaciones y Producción a través del uso de casos, problemas y ejercicios. Este método ha incrementado el interés y la mejora en el desempeño de múltiples disciplinas, incluyendo Investigación de Operaciones. Se han conocido algunos casos de actividades experienciales, las cuales son utilizadas para promover el aprendizaje activo en la Investigación de Operaciones. Experimentos como El grano rojo y el embudo. (Dr. W. Edwards Deming); La simulación de las operaciones en los negocios. (Zarco); La producción de títeres de papel. Producción de tarjetas. El uso de fichas de Lego como materia prima. Styro, un vídeo que simula la actividad en una fábrica. John Deree employees. Estos ejercicios han presentado mejoras en el rendimiento de los estudiantes, en especial en los conceptos de Investigación de Operaciones.

Este estudio analiza los puntajes obtenidos en las evaluaciones desde 4 secciones diferentes de Investigación de Operaciones, donde los docentes crean unas evaluaciones comunes, para asegurar la consistencia en el análisis estadístico. Al final del primer período académico, luego de examinar las evaluaciones, los docentes enfatizan en la cantidad de grupos a tener en cuenta, y bajo que metodología de enseñanza: Tres clases se implementarán con aprendizaje activo, dos con tecnología y una con el método tradicional de lectura.

La hipótesis a probar es: El método de aprendizaje activo con tecnología, independientemente del formato, mejora el desempeño del estudiante.

Synopsis de la actividad del restaurante de Pizza (enseñanza de los métodos A y B): Esta actividad es usada en dos clases, una que hace uso de la tecnología para desarrollarla y otra que no. Se representa en el salón de clases los restaurantes de pizza, (en equipos de trabajo, cada uno representando un restaurante), que deben evaluar sus estrategias competitivas: costo, diferenciación y su misión. El juego se desarrolla en tres sesiones, en la primera, el docente da las instrucciones y reglas para el juego, en la segunda los estudiantes toman las decisiones correspondientes para comenzar a producir la cantidad de pizza necesaria, de acuerdo con una meta dada, y aplicando la estrategia competitiva seleccionada. En la tercera sesión, el docente publica los resultados en función de algunas variables: cambios en el diseño del producto, precio, satisfacción del cliente, devoluciones,

En las siguientes sesiones, los estudiantes producen y venden pizza, con el fin de recolectar información del cliente: satisfacción, tipo de plaza, llegadas y salidas, nivel de inventario empleado. En estas últimas sesiones los estudiantes repasan y aplican conceptos relacionados con Cadenas de Suministro, Calidad y Administración de la Calidad, Administración del Inventario, Administración de Sistemas de Información y Programación.

Synopsis de las actividades variadas para Aprendizaje Activo (enseñanza del método C): Más que actividades para comprensivas, el orientador utiliza la tecnología para complementar lo visto en clase. Por ejemplo, con ayuda de e-Books y blogs publica información sobre un determinado tema, con el objetivo de que los estudiantes trabajen con base en ellos. Se describen las actividades a realizar, bajo un problema dado sobre algún tema, y los estudiantes dan soluciones a este problema, desde los conceptos suministrados por el docente. En ocasiones hacen uso de Excel como herramienta de cálculo y análisis de información necesaria para completar el proyecto.

Synopsis de la lectura tradicional (enseñanza del método D): El método de enseñanza tradicional se basa en que el docente prepara su tema, y lo enseña a través de lecturas, comprensión de lectura y algunas ocasiones, pone a interactuar a los estudiantes con tareas. A veces se ayudan de diapositivas seguidas o resumidas de un texto, complementando con explicación magistral.

**Metodología.** Los estudiantes participantes pertenecen a un curso introductorio de Investigación de Operaciones, en el pregrado. Tres de las sesiones fueron enseñadas en jornada de la tarde, una en la noche. La distribución en tres de las cuatro secciones fue mesa redonda, en una se dispusieron los puestos de manera lineal, uno tras otro. Las tres secciones de aprendizaje activo se realizaron durante el semestre de primavera, la sección con metodología tradicional se llevó a cabo en otoño. En total fueron 151 estudiantes en secciones de 4 cursos. Cada sección participaron entre 37 y 40 estudiantes, una distribución razonablemente equitativa para fines del estudio.

En todas las secciones se utilizó un método de tareas vía online con selección múltiple, o llenar el espacio en blanco. Se aclara que en el estudio no se recolectó información demográfica de los participantes, como género, grado de estudio, o nivel promedio de calificaciones.

**Análisis y Discusión.** Antes del estudio, los docentes elaboraron preguntas comunes para proponer una evaluación común para los grupos en estudio. Las evaluaciones fueron preguntas de selección múltiple. La siguiente tabla resume la cantidad de preguntas relacionadas con los temas enseñados y objetos del presente estudio:

**Table 1**  
**List of Common Topics Covered and the Number of Common Assessment Questions.**

Topic	Number of Common Questions
Inventory	9
Lean Systems	21
Quality	26
Quality Tools	11
Timeliness	12
Value Processes and Capabilities	16

Se realizaron dos tipos de análisis de los resultados. El primero un modelo de regresión para determinar alguna significancia del diseño del curso. La variable dependiente es el grado de la calificación obtenida por el estudiante en el examen final sobre las preguntas comunes, las variables independientes son: ejercicio de la pizzería (1 si es usado, 0 si no), tecnología mejorada o implementada (1 para implementada, 0 si no), tiempo del encuentro (1 si es en la tarde, 0 si es en la noche), y disposición del salón de clases (1 si es rectangular, 0 si es mesa redonda).

En el modelo de regresión inicial no evidenció una importancia significativa para las variables de disposición del salón y tiempo del encuentro, de manera que se les asignó como coeficientes cero (0), el modelo final obtuvo un valor  $p < 0.005$  para la variable pizzería y tecnología fue significativa ( $p < 0.05$ ). Aunque se pensó que no era significativo, el método de lectura tradicional tuvo un efecto negativo en el desempeño del estudiante, como se muestra en la tabla siguiente. El modelo ajustó con un  $R^2$  de 0.7, interpretando que una porción del modelo es explicada por las variables usadas.

**Table 2**  
**Regression Model Results**

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	0.78	0.008	98.99	2E-136	0.76	0.79
Technology-enhanced	0.002	0.011	0.21	0.03	-0.02	0.024
Pizza	0.13	0.011	11.94	2.1E-23	0.11	0.15
TradLecture	-0.016	0.016	-1.002	0.318	-0.05	0.015

Se realizó un análisis ANOVA simple sobre el desempeño de los estudiantes, utilizando las 95 preguntas comunes. Los resultados se muestran a continuación:

**Table 3**  
**ANOVA Model with the 95 Common Questions**

ANOVA: Single Factor

**SUMMARY**

Groups	Count	Average	Variance
Method A	95	0.88	0.006
Method B	95	0.85	0.007
Method C	95	0.83	0.015
Method D	95	0.78	0.012

**ANOVA**

Source of Variation	SS	Df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0.55	3	0.18	18.33	4.06E-11	2.63
Within Groups	3.77	376	0.01			
Total	4.323298	379				

Los resultados soportan la diferencia significativa entre los modelos. El valor p es significativo al ser <0.005. Se muestran detalladamente los valores p de cada grupo para distinguir si hubo diferencias significativas entre los grupos.

**Table 4**  
**ANOVA Between the Different Groups**

Group	Method C	Method A	Method B
Method D	0.0317	1.47E-11	2.24E-07
Method C		3.64E-05	0.011309
Method A			0.033514

El Análisis de Varianzas muestra que la hipótesis que los estudiantes tienen mejor desempeño cuando la clase de Investigación de Operaciones se desarrolla con el método de aprendizaje activo. Además se ilustra que se tiene un mayor desempeño cuando las técnicas de aprendizaje activo se complementan con los métodos de uso de aplicaciones en productividad.

Cuando se observa el resultado en función de los temas comunes planteados, los grupos donde se aplicó el aprendizaje activo se desempeñaron mejor que en los grupos tradicionales en todas las categorías. Esto no quiere decir que un modelo de aprendizaje activo obtiene mejor desempeño que otro. Los aspectos tecnológicos mejoran el desempeño de los estudiantes cuando se combina con el enfoque de aprendizaje activo.

**Table 5**  
**Averages within Topics for Each Course Model**

Topic	Method A	Method B	Method C	Method D
Inventory	77%	73%	81%	73%
Lean Systems	84%	82%	82%	78%
Quality	92%	89%	83%	81%
Quality Tools	94%	90%	77%	74%
Timeliness	86%	83%	85%	80%
Value Processes and Capabilities	90%	88%	79%	76%

**Conclusiones.** Los principales resultados de este estudio corroboran la idea de que la técnica de aprendizaje activo mejora el desempeño del estudiante participante en un curso bajo este método.

Este estudio impulsa a continuar con investigaciones donde se implementen estrategias de software de productividad en el salón de clases. Se evidencian las mejoras en el desempeño de los participantes cuando esta técnica se complementa con aprendizaje activo.

Los resultados de este estudio contribuyen al cuerpo del conocimiento que soporta el uso de actividades experienciales para la mejora en el aprendizaje del estudiante.

Se aclara que el presente estudio sigue siendo exploratorio, falta un estudio sobre las condiciones demográficas de los participantes, como género, edad, origen étnico, y otros factores que puedan precisar y calibrar la significancia de los diferentes tipos de tratamiento.

#### **Aportes al presente proyecto**

<b>ESTRUCTURA DEL CONTENIDO DEL ARTÍCULO</b>	<b>APORTE AL PRESENTE PROYECTO</b>
Los autores presentan el desarrollo de un estudio exploratorio, donde comparan el uso de aprendizaje activo y tecnología en la cual integran los conceptos de Investigación de Operaciones con software de productividad, frente a un método de enseñanza tradicional.	De igual forma que en artículos revisados anteriormente, el objetivo que plantean los autores se enfoca en la puesta a prueba, a través de la herramienta del Diseño Experimental, de dos metodologías de enseñanza en un curso introductorio de Investigación de Operaciones, una metodología tradicional y una metodología



<p><b>Objetivo:</b> Comparar el desempeño del aprendizaje activo con respecto al aprendizaje tradicional en la enseñanza de administración de operaciones con software para la productividad.</p> <p><b>Escenario de aplicación:</b> Estudiantes de un curso introductorio a la Investigación de Operaciones en el pregrado de negocios.</p> <p><b>Metodología del experimento:</b> Los estudiantes son divididos en dos grupos, en uno de ellos se acude a una clase con metodología tradicional, donde con lecturas y tareas se pretende abarcar todo el tema. Otro grupo en donde la metodología de enseñanza se basa en actividades de tecnología para diseñar y desarrollar estrategias de decisión relacionadas con la Investigación de Operaciones, a través de supuestos y de juegos.</p> <p><b>Instrumento de evaluación:</b> Nota obtenida de la evaluación de cuatro previas distribuidas de manera uniforme en cuanto al tiempo de aplicación.</p> <p><b>Método de análisis:</b> Los resultados se basan en un modelo de regresión, y después un análisis de varianzas ANOVA.</p>	<p>basada en el aprendizaje activo, a través del uso de tecnologías de la información.</p> <p>En cuanto a la metodología, para el presente proyecto se pretende establecer una comparación, desde un análisis de varianzas, (ANOVA), el desempeño académico de los estudiantes de determinado curso de Ingeniería Industrial con respecto a la aplicación de dos metodologías de enseñanza diferentes.</p> <p>Además de lo anterior, se pretende para el presente proyecto abarcar un análisis cualitativo de tal forma que se conjuguen las estrategias de análisis cuantitativo, (obtención de nota a través de un mecanismo de evaluación), con una estrategia de análisis cualitativo, en donde a través de focus group y/o de entrevistas a los estudiantes participantes, se puedan identificar categorías clave que complementen los resultados del estudio.</p> <p>Se identifica que para el presente artículo, los autores hacen la claridad de que falta un estudio que integre las condiciones demográficas de los participantes, como género, edad, origen étnico, y demás factores que puedan precisar darle un mayor nivel de significancia de los diferentes tipos de tratamiento.</p>
---	---

### 2.1.9. Título: Implementación de una propuesta de aprendizaje significativo en la cinemática a través de la resolución de problemas.

**Resumen:** Diseño y aplicación de una propuesta metodológica activa, basada en la resolución de problemas y el cálculo diferencial, como medios para abordar contenidos de cinemática. Los resultados alcanzados muestran una valoración favorable de los estudiantes y han permitido establecer la influencia de la propuesta metodológica en el rendimiento académico y estrategias de aprendizaje, como indicadores de aprendizaje significativo y del reconocimiento que el alumno le asigna a la propuesta.

**Palabras clave:** Aprendizaje significativo, problemas integrador, metodología activo-participativa.

**Autores e Institución:** Iván Sánchez Soto, Universidad del Bío Bío, Concepción, Chile. Marco Antonio Moreira, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre, Brasil. Concesa Caballero Sahelices, Universidad de Burgos. Burgos, España.

### **Criterio de Búsqueda**

- **Journal consultado:** Ingeniare. Revista chilena de ingeniería
- **Descripción del journal:** Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería edita tres números al año (cuatrimestral), publica estudios originales e inéditos de académicos y profesionales pertenecientes a entidades públicas y privadas, chilenas o extranjeras, que deseen difundir sus experiencias sobre ciencias de la ingeniería, tecnología y disciplinas afines como: Electrónica, Eléctrica, Computación, Mecánica, Industrias, Acústica, Metalurgia y Enseñanza de la Ingeniería.
- **Fecha de publicación del artículo:** Noviembre 13 de 2008.

### **Desarrollo del trabajo**

**Introducción.** El presente estudio ilustra las implicaciones didácticas de una propuesta metodológica activa, que involucra técnicas de aprendizaje significativo, a través de la resolución de problemas, incluyendo la importancia de identificar conceptos relacionados con el cálculo diferencial y aplicaciones de conceptos físicos involucrados. Lo que se busca con este estudio es lograr una asimilación e interpretación profunda de los conceptos enseñados en Cinemática, a través de un enfoque activo, de manera que se generen patrones de aprendizaje significativo.

Haciendo uso del cálculo diferencial, se pueden desarrollar habilidades de identificación y resolución de problemas, como también de interpretación, más que de memorización de fórmulas, de tal manera que el estudiante esté en la capacidad de describir y transmitir el conocimiento en diferentes contextos.

La metodología empleada será a través de Actividades de Aprendizaje (AA), en donde se proponen una serie de problemas, los cuales el estudiante debe identificar, interpretar y solucionar con la apropiación del conocimiento previo, y trasladarlo a otras situaciones. El punto de partida es un problema integrador de conceptos, llamado *desafío*, al final de cada unidad del contenido de la asignatura.

Se pretende que los resultados del estudio evidencien las ventajas de implementar nuevas estrategias pedagógicas y presentar una metodología de trabajo específica en el aula de clases, de tal forma que genere un impacto en el desempeño de la docencia, en el rendimiento de los estudiantes en cuanto al desarrollo de habilidades cognitivas y competencias laborales. Brindar una metodología que integre apropiadamente el material didáctico, el alumno y el docente, en función de crear ambientes de aprendizaje significativo, es el objetivo último del presente estudio.

La dinámica del método activo consiste en desarrollar talleres en el aula donde los estudiantes puedan ser los autores de la construcción de su conocimiento. A través de grupos pequeños, a partir de noticias, periódicos, etc., se promueve la participación activa del estudiante en la identificación y resolución de problemas. Las Actividades de Aprendizaje se basan en el debate y discusión de un problema determinado, en el que los estudiantes aprenden a solucionarlo por su propia experiencia, y el docente se convierte en un mediador y facilitador de este proceso.

Se busca también superar algunas dificultades que surgen en el proceso de aprendizaje, como por ejemplo, la forma tradicional en la que el docente es el centro del proceso de aprendizaje del alumno, ha hecho que ellos lo escuchen pasivamente y aprenden a memorizar más que a interpretar, y cualquier cambio de metodología les provoca inseguridad y probablemente desmejora su rendimiento; la comunicación es vía oral, por lo cual se considera superficial; y generalmente el estudiante desconoce la carencia de conocimiento.

Este estudio se desarrolló con estudiantes de Ingeniería de ejecución eléctrica y electrónica de la Universidad de Bío Bío en Chile.

#### **Objetivos:**

- Facilitar la adquisición de aprendizaje significativo.
- Eliminar el uso mecánico de fórmulas.
- Desarrollar estrategias de aprendizaje
- Mejorar el rendimiento académico y valoración de la propuesta.

**Fundamentos teóricos.** Aprender conceptos, procedimientos y actitudes, constituye un proceso de aprendizaje integral y significativo, aplicándolos a la Cinemática, es lo que se busca en el presente estudio. El reto del docente es proponer una metodología de enseñanza-aprendizaje que permita la creación del conocimiento, la interacción con los demás estudiantes y proponer un escenario de transformación profesional.

El concepto central de aprendizaje significativo corresponde al proceso en el cual una misma información se relaciona, de manera no arbitraria y sustancial (no al pie de la letra), con lo que el alumno ya sabe, y si éste adopta la actitud de aprendizaje correspondiente para hacerlo así (D. Ausubel, 1997). La generación de un ambiente de aprendizaje significativo requiere de un material adecuadamente diseñado y el alumno debe manifestar disposición para el aprendizaje.

Se define el aprendizaje mecánico o reiterativo, como un ambiente donde los conceptos se aprenden de forma aislada, y el estudiante no relaciona lo que aprende con lo existente en su estructura cognitiva, (Ausubel, 1997).

**Metodología de aula.** La metodología propuesta en el presente estudio plantea una etapa inicial de trabajo en equipo y de recepción de información necesaria acerca del problema a resolver. Se presenta un texto que describe una situación, y los equipos

trabajan en conjunto para contextualizar e identificar el problema. Una segunda etapa de investigación y consulta acerca de los tópicos abordados en el caso para resolver el problema, lo que constituye una etapa más individual que grupal. Una tercera etapa donde se socializan los contenidos y los estudiantes exponen propuestas de resolución al problema identificado. La función del docente es más de orientar y guiar el proceso de consulta y de construcción del aprendizaje de los estudiantes.

**Propuesta metodológica.** Se propone una serie de actividades en el aula, planeadas y desarrolladas sistemáticamente. Planteamiento de un problema integrador de contenidos, con problemas más pequeños para ser abordados desde una perspectiva que permita plantear soluciones al problema integrador, la integración de los contenidos debe generarse desde y hacia el estudiante, en función de encontrar soluciones al problema principal.

**Metodología de la investigación.** El escenario de aplicación es la asignatura Física I que se cursa en carreras de Ingeniería en Ejecución, de la Universidad de Bío Bío, en Chile. Se seleccionan dos grupos de estas asignaturas, uno experimental y uno de control, los cuales reciben una intervención metodológica distinta, en el mismo horario y con el mismo contenido: a) Grupo Experimental, con base en problemas a resolver y uso de cálculo diferencial, con sus correspondientes AA, donde se aprende al investigar y compartir significados en el trabajo colaborativo; b) Grupo Control, que trabaja con metodología tradicional, clases expositivas en las que se entregan los contenidos en forma acabada, se realizan demostraciones que permiten encontrar las fórmulas generales para cada caso, y que posteriormente se utilizan para resolver ejercicios en la clase y en las prácticas.

Se utiliza un diseño de investigación Cuasiexperimental, para identificar la manera en que dos variables se comportan, metodología propuesta y el rendimiento de los estudiantes participantes del estudio. Se utiliza un pre y una post prueba y se realiza un análisis descriptivo y cualitativo de la información.

Las preguntas de investigación se describen textualmente:

- a) ¿Qué influencia ejerce la metodología empleada para enseñar y aprender en las estrategias de aprendizaje (calidad del aprendizaje) adquiridas por los estudiantes?
- b) ¿Qué influencia ejerce la propuesta metodológica en el rendimiento académico de los estudiantes sometidos a la investigación?
- c) ¿Qué percepción o valoración realizan los alumnos sometidos a la investigación acerca de la propuesta metodológica?

**Instrumento de evaluación.** Las estrategias de aprendizaje se midieron a través del Inventario de R. Schmeck, que está formado por 55 enunciados distribuidos en: Procesamiento Elaborativo (PE); Procesamiento Metódico (PM); Procesamiento Profundo (PP); Retención de Hechos (RH).

Un equipo de docentes expertos se reúne para preparar el test de carácter formal, que se aplica en ambos grupos para evaluar el rendimiento académico de los estudiantes. La confiabilidad de los instrumentos de medidas se determina a través de la prueba de Kuder Richardson (KR20) para la fiabilidad, que considera ítems con respuesta correcta o

incorrecta (escala dicotómica), resultado que se corresponde al coeficiente alpha de Cronbach.

Las confiabilidades, para el certamen y para el test de carácter formal son 0,91 y 0,72 respectivamente.

Finalmente se les aplica una encuesta de valoración abierta, donde los estudiantes evalúan el desarrollo del curso, y su grado de satisfacción acerca del aprendizaje adquirido durante el curso.

La muestra es de 108 alumnos, distribuidos en los dos grupos de estudio.

**Resultados.** Los resultados obtenidos en la evaluación de las estrategias de aprendizaje, son analizados por categorías, tanto en el pre como en el post test. La siguiente tabla refleja el cambio significativo en la categoría de procesamiento profundo, ya que arroja un valor significativo a través de la prueba de Mc-Nemar.

Tabla 1. Resultados estadísticos de las categorías del inventario en dos mediciones.

F. Estrategias	( $\chi^2$ )	(P)
P. Elaborativo	1,16	0,281
E. Metódico	0,03	0,87
P. Profundo	7,76	0,005
R. Hechos	0,6	0,44

$\chi^2$  = Estadístico; P= Nivel de significado

El siguiente gráfico muestra los porcentajes resultantes de la calificación de cada categoría, en niveles dicotómicos. Del análisis del gráfico se deduce que la categoría procesamiento profundo sobre y bajo la normal (PPSN y PPBN) muestra una mayor variación entre las dos mediciones, lo que se corrobora con la prueba de Mc-Nemar, que registra cambio significativo al 99% ( $p = 0,01$ ). Los otros factores muestran variaciones pero éstas no son significativas al 95% (0,05)

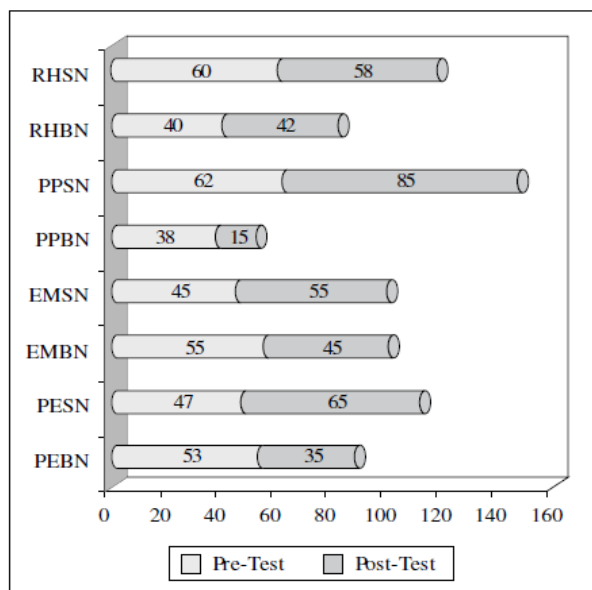


Gráfico 1. Porcentaje por respuestas versus las categorías del inventario de estrategias.

El gráfico 2 ilustra los resultados alcanzados en las categorías de aprendizaje profundo y elaborativo, tanto en el pre test como en el post test. Las condiciones para alcanzar aprendizaje significativo involucra que estas dos variables alcancen un buen porcentaje sobre la normal, este gráfico evidencia el cambio generado después de aplicar el método de enseñanza basado en estrategia activa, el nivel de respuestas sube del 15% al 42%. Esto también se corrobora con la prueba Mc-Nemar, que establece un estadístico  $X^2 = 9,48$  mayor al valor crítico, por lo tanto, se registra cambio significativo al 99,8% ( $p = 0,002$ ). En conclusión, al aplicar la metodología de enseñanza activa, se generan cambios en la forma de aprender, una mayor cantidad de alumnos analiza, relaciona, comprende, abstrae y transfiere los contenidos a diferentes contextos, generando un aprendizaje significativo.

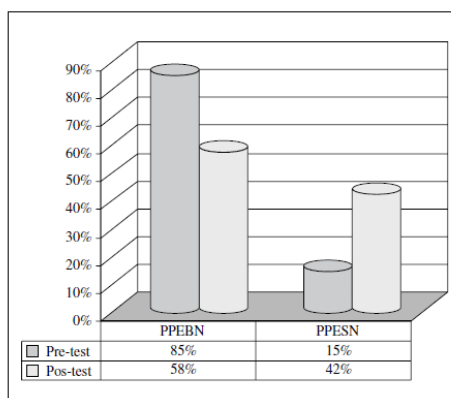


Gráfico 2. Porcentaje de alumnos con las condiciones para el aprendizaje significativo, antes y después de aplicar la propuesta metodológica.

En el gráfico siguiente se ilustra la no existencia de diferencias significativas en el rendimiento académico de los estudiantes antes de desarrollar el experimento. Se comprueba a través de las medias con un 91% ( $p = 0,8637$ ), no existiendo diferencias significativas entre los grupos.

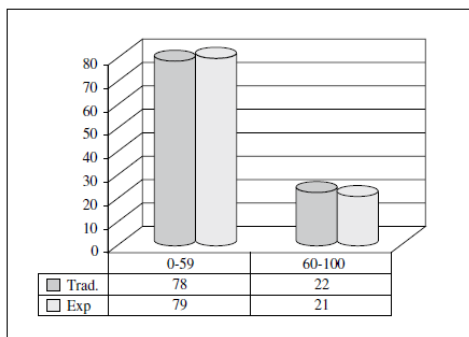


Gráfico 3. Rendimiento en una evaluación antes de aplicar la propuesta metodológica.

Los resultados del rendimiento académico se visualizan en la tabla siguiente, utilizando el instrumento de evaluación certamen:

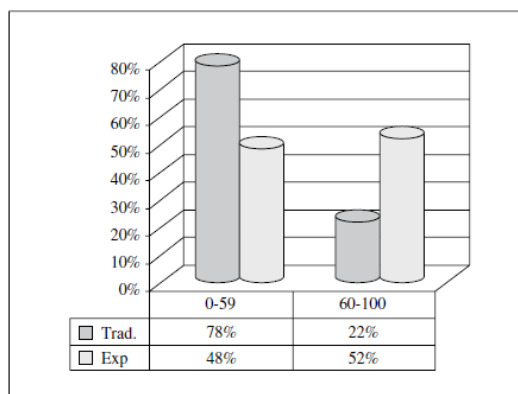


Gráfico 4. Influencia de la propuesta metodológica en el rendimiento (certamen).

Se observa que los alumnos del grupo experimental obtuvieron un mejor rendimiento académico, que los alumnos del grupo control, diferencia que es significativa a 99,97% ( $p = 0,0003$ ), según la prueba de las media con un estadístico de  $X^2 = 12,84$  mayor que el valor crítico, es decir, se corrobora la hipótesis acerca de la influencia de la metodología basada en ASARP en el rendimiento académico con un 99,97%.

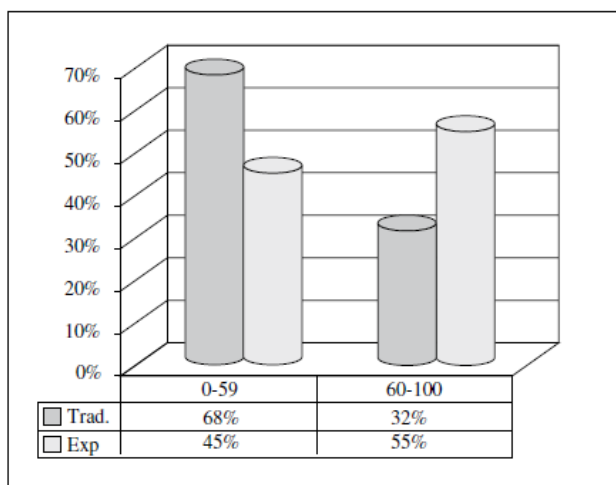


Grafico 5. Influencia de la propuesta metodológica en el rendimiento académico.

Del gráfico anterior se puede evidenciar que el rendimiento académico en los estudiantes que estuvieron con metodología tradicional, la mayoría tuvo una baja puntuación, a diferencia del grupo experimental, quien tuvo altos puntajes, en el 55% de sus estudiantes. Lo que se corrobora a través de la prueba estadística Ji-cuadrado, que establece diferencias significativas a 99,9998% ( $p = 0,0002$  y valor estadístico  $X^2 = 13,76$ ) a favor del grupo experimental. Luego se confirma la hipótesis acerca de la influencia de la metodología basada en ASARP en el rendimiento académico.

La valoración de la propuesta metodológica se resume en el gráfico 6, los estudiantes a través de 10 preguntas calificaron su percepción hacia el nivel de aprendizaje alcanzado, dada la metodología de enseñanza que recibió durante el curso. Se evidencia una mayor puntuación hacia una buena percepción de actividades de aprendizaje usado en el aula para promover la adquisición de aprendizaje significativo.

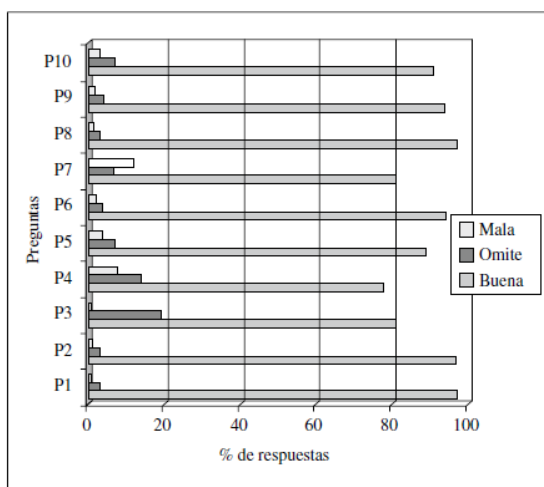


Gráfico 6. Valoración de la propuesta metodológica.



## Conclusiones

La propuesta metodológica para generar un aprendizaje activo, influye en el rendimiento académico del estudiante, en una forma positiva, además de cambiar la forma de procesar su información, generando un pensamiento profundo y elaborativo.

Los alumnos del grupo experimental obtuvieron un mayor nivel en su rendimiento académico.

Los alumnos del grupo experimental muestran cambios significativos en la adquisición de los contenidos de cinemática, lo que se refleja en los resultados obtenidos entre la primera y segunda medición test y certamen, que muestra cambio significativo al 99,9999% ( $p = 0,000$ ) según la prueba de McNemar, (estadístico  $X^2 = 24,74$ ), lo que permite inferir que el uso de problemas y actividades de aprendizaje trabajadas en forma colaborativa en el aula y fuera de ella incide significativamente en el rendimiento académico.

Con la metodología de enseñanza basada en problemas, se borraron los límites entre teoría y práctica, dadas las condiciones sistemáticas ofrecidas para el desarrollo de estas mismas actividades. Esto también motiva la interacción entre los mismos estudiantes, su material educativo y genera mayor acercamiento con el docente, quien es el facilitador en su proceso de aprendizaje.

En cuanto a los resultados de la encuesta abierta sobre las percepciones del aprendizaje, los estudiantes destacan la habilidad para trabajar en equipo, ya que estas actividades le permiten sustentar, defender y respetar ideas propias y de los demás compañeros, generando un aprendizaje más participativo y activo.

La metodología propuesta en este estudio mejora la interacción social en el aula, es activa y participativa, promueve la búsqueda de información y favorece la construcción del conocimiento.

## Aportes al presente proyecto

ESTRUCTURA DEL CONTENIDO DEL ARTÍCULO	APORTE AL PRESENTE PROYECTO
<b>Objetivo:</b> Establecer la influencia de una propuesta metodológica en el rendimiento académico y estrategias de aprendizaje, como indicadores de aprendizaje significativo y del reconocimiento que el alumno le asigna a la misma.	Los autores del artículo exponen un análisis básico de la implementación de una propuesta de aprendizaje significativo a través de la resolución de problemas. Se asemeja mucho la metodología a seguir aquí con lo que se desea investigar en el presente proyecto, ya que la propuesta

<p><b>Escenario de aplicación:</b> Estudiantes de Física I de Ingeniería de ejecución eléctrica y electrónica.</p> <p><b>Metodología del experimento:</b></p> <p>Actividades de Aprendizaje (AA), en donde se proponen una serie de problemas, los cuales el estudiante debe identificar, interpretar y solucionar con la apropiación del conocimiento previo, y trasladarlo a otras situaciones</p> <p>Se seleccionan dos grupos de estas asignaturas, uno experimental y uno de control, los cuales reciben una intervención metodológica distinta, en el mismo horario y con el mismo contenido: a) Grupo Experimental, con base en problemas a resolver y uso de cálculo diferencial, con sus correspondientes AA, donde se aprende al investigar y compartir significados en el trabajo colaborativo; b) Grupo Control, que trabaja con metodología tradicional, clases expositivas en las que se entregan los contenidos en forma acabada, se realizan demostraciones que permiten encontrar las fórmulas generales para cada caso, y que posteriormente se utilizan para resolver ejercicios en la clase y en las prácticas.</p> <p><b>Instrumento de evaluación:</b></p> <p>Las estrategias de aprendizaje se midieron a través del Inventario de R. Schmeck, que está formado por 55 enunciados distribuidos en: Procesamiento Elaborativo (PE); Procesamiento Metódico (PM); Procesamiento Profundo (PP); Retención de Hechos (RH).</p> <p>Un equipo de docentes expertos se reúne para preparar el test de carácter formal, que se aplica en ambos grupos para evaluar el rendimiento académico de los estudiantes.</p> <p>Finalmente se les aplica una encuesta de valoración abierta, donde los estudiantes evalúan el desarrollo del curso, y su grado</p>	<p>genera un espacio de evaluación del rendimiento académico de los estudiantes que intervienen en la investigación, con la aplicación de dos metodologías de enseñanza: tradicional y basada en actividades de aprendizaje para resolución de problemas.</p> <p>El escenario de aplicación en el artículo corresponde al área de Ciencias Básicas para Ingeniería de ejecución eléctrica y electrónica. Para el presente proyecto, se pretende desarrollar en el área de aplicación de Ingeniería Industrial, Producción en particular.</p> <p>El instrumento de evaluación lo toman también como estándar, en donde un grupo de expertos han determinado una serie de preguntas con el objetivo de abordar en el instrumento de evaluación el contenido fundamental de la asignatura. Para el actual planteamiento del proyecto, se pretende identificar y establecer un instrumento de evaluación acorde a las necesidades de evaluación por competencias.</p> <p>El artículo analizado no expone consideraciones adicionales en el análisis de los resultados. Nuevamente se torna importante resaltar que el método de análisis complementario al cuantitativo será un análisis cualitativo a través de algunos mecanismos que permitan tener información más detallada y particular por parte de los estudiantes participantes, luego de la aplicación de las dos metodologías puestas a prueba.</p>
--	--

<p>de satisfacción acerca del aprendizaje adquirido durante el curso.</p> <p>La muestra es de 108 alumnos, distribuidos en los dos grupos de estudio.</p> <p><b>Método de análisis utilizado:</b> Los resultados obtenidos en la evaluación de las estrategias de aprendizaje, son analizados por categorías, tanto en el pre como en el post test.</p> <p>Luego de identificar las categorías, se obtienen resultados del rendimiento académico de los estudiantes por cada una de ellas, y se procede a calcular, además de los parámetros estadísticos básicos, una prueba <math>\chi^2</math> para evaluar cambios significativos en el rendimiento de cada categoría, para cada grupo analizado.</p>	
---	--

**2.1.10. Título: Impacto de los juegos didácticos como herramienta metodológica en el aprendizaje y la enseñanza de la Ingeniería Industrial**

**Resumen:** En este artículo se presenta un estudio cuasiexperimental, utilizando pre y post test, con grupo de control y de tratamiento, para determinar la validez que tienen los juegos didácticos como herramienta metodológica. Se encuentra que éstos tienen un efecto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba, (Colombia), del curso de organización y métodos II. El estudio presenta una evidencia estadística del efecto que tienen las diferentes metodologías de enseñanza en el rendimiento de los estudiantes, además de identificar factores adicionales.

**Autores e Institución:** José Orlando Montes de la Barrera, Helman Enrique Hernández Riaño, Jorge Mario López Pereira y Juan Ángel Chica Urzola Universidad de Córdoba, Montería (Colombia)

**Criterio de Búsqueda**

- **Journal consultado: Revista en Educación en Ingeniería. ACOFI**
- **Descripción del journal:** Presenta en su contenido experiencias inéditas de origen académico y profesional en el campo de la formación de ingenieros, así como, resultados de investigación científica y tecnológica en el área, artículos de

reflexión, revisión y actualización y, documentos que constituyan nuevos aportes a los procesos de enseñanza – aprendizaje en ingeniería

- **Fecha de publicación del artículo:** Junio de 2010

### **Desarrollo del trabajo**

El artículo muestra una metodología de diseño experimental para evaluar estadísticamente el impacto de los juegos didácticos como apoyo a las clases magistrales, evaluación que se toma a partir del rendimiento académico de los estudiantes de la asignatura de Organización y Métodos, del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba.

Como pregunta de investigación, los autores plantean: *¿Qué efecto tienen los juegos didácticos como herramienta metodológica de apoyo a la clase magistral en el rendimiento académico de los estudiantes en la temática, diagrama de flujo de proceso, del curso de organización y métodos II del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba?*

Los autores exponen que el rendimiento académico evaluado en este trabajo tiene como indicador las notas obtenidas por los estudiantes después de una previa asignada.

El trabajo se dividió en cuatro etapas: Una, correspondiente al diseño, documentación e implementación de un juego didáctico para la comprensión del diagrama de flujo del proceso, temática que hace parte del curso de organización y métodos II. Una siguiente etapa se orientó a la evaluación de las condiciones iniciales similares de los grupos experimental y de control sobre las variables de análisis. Una tercera etapa hacia la implementación del juego didáctico y de taller en los grupos experimental y de control, respectivamente, para determinar el rendimiento académico de ambos grupos. Y una cuarta etapa hacia la comparación y evaluación estadística de dicho rendimiento.

**Marco teórico.** Es importante resaltar que los autores exponen en el presente artículo una definición para los términos *juegos didácticos, diagrama de flujo de proceso y rendimiento académico*. Con respecto a este último tema, se identifica la medida para calificar el rendimiento académico, a través de las notas definitivas obtenidas en la asignatura; además se plantean diferentes factores o determinantes, clasificados de dos formas: González y Tourón (1994) hablan de tres categorías: factores psicológicos, factores sociológicos o ambientales y factores pedagógicos y, Pérez Sánchez (1997), establece también tres tipos de factores: determinantes personales, determinantes escolares y determinantes socio familiares.

**Tipo de estudio.** La investigación es de carácter cuasi experimental (Hernández, 2004); ya que los sujetos de investigación no fueron seleccionados al azar si no que se tomaron grupos intactos que ingresaron al curso de organización y métodos II del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba.

**Material experimental.** Se desarrolla el experimento con el grupo en tratamiento con ayuda de un material didáctico que permita ilustrar las características de una actividad productiva. Esta herramienta consiste en recrear un escenario que simule un entorno productivo real, en el cual los estudiantes asuman un rol específico en el sistema productivo simulado, para que luego los espectadores involucrados realicen la toma de tiempos y observen el proceso de tal manera que puedan elaborar el diagrama de flujo de proceso, posteriormente.

**Planteamiento de Hipótesis.** Hipótesis I: Hubo un aprendizaje significativo en los sujetos experimentales de los grupos experimental y de control.

Hipótesis II: Existen diferencias significativas en el rendimiento académico de los sujetos experimentales cuando se aplica la clase magistral apoyada por un taller y cuando ésta se apoya del juego didáctico.

Hipótesis III: El nivel educativo del padre y la madre, el género y estrato socioeconómico de los sujetos de investigación tienen un impacto significativo en su rendimiento académico en la temática y contexto particular de la investigación.

**Variables.** Variable dependiente: Rendimiento académico. Variable independiente: Herramienta metodológica de apoyo a la clase magistral empleada.

**Diseño del Experimento.** Para este estudio se desarrolló un cuasi experimento, siguiendo un diseño pre test, post test y grupo de control con sujetos del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba. Se trabajó con grupos intactos, ya que a este curso ingresan los estudiantes que provenían de semestres inferiores, debido a que éste se encuentra incluido en el plan de estudios como asignatura obligatoria. Se definió una variable independiente a ser manipulada (metodología de enseñanza), y una dependiente que fue medida más no manipulada (rendimiento académico), y la medición del efecto que produce la variable independiente sobre la dependiente (efecto del juego didáctico, como metodología de refuerzo a la clase magistral, sobre el rendimiento académico).

De acuerdo con la primera etapa, los autores elaboran un cálculo de la validez de los instrumentos de evaluación, cumpliendo con requisitos de **validez** y **confiabilidad** de la prueba o test a aplicar. Se acudió a un grupo de expertos en el área de Organización y Métodos para adoptar un diseño de evaluación objetivo, evaluando su estructura y contenido.

Identificando algunos factores controlables, como metodología de enseñanza tradicional y conocimientos previos, proceden a identificar la variable de respuesta (rendimiento académico de los estudiantes), para desarrollar todo el análisis estadístico respectivo.

La metodología de desarrollo de la clase para ambos grupos consistió en identificar el grupo experimental y el grupo de control, (con 24 alumnos en cada uno), aplicar el pre-

test y enseñar el tema en clase magistral, al final, el grupo experimental obtiene un refuerzo con lúdica y el grupo de control obtiene un refuerzo del tema con talleres. Por último se realiza el post-test para recolectar los datos necesarios para probar las hipótesis planteadas a continuación:

Con respecto a los instrumentos de medición, los autores presentan un cálculo de la validez y confiabilidad del instrumento, a través de expertos se corrobora la validez de éstos en términos de su estructura y contenido. Para el cálculo de confiabilidad, se realizó una prueba de mitades partidas, (Split-Halves), en donde el cuestionario se divide en dos partes y la calificación obtenida en una muestra similitud con la otra parte; se desarrolló una prueba piloto donde se calculó la confiabilidad y validez de los instrumentos. Se probó si los datos obtenidos siguen una distribución normal, la cual no dio resultados positivos. Luego, la prueba de Wilcoxon muestra que no existe diferencia significativa en las medianas de los resultados en el pre-test.

**Hipótesis I:** *Hubo una mejora significativa del rendimiento académico en los sujetos de los grupos experimental y de control.*

Anterior a este cálculo, los autores mencionan la necesidad de realizar una prueba de normalidad para las pruebas implementadas antes y después del experimento (pre y post-tests), para luego verificar la equivalencia en el rendimiento académico inicial de los sujetos experimentales, (garantizar igualdad de condiciones al inicio del curso).

Tabla 2: Resultados prueba de normalidad pre test

Prueba	Estadístico	Valor-P
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,896429	0,000265565

Tabla 3: Resultados prueba de normalidad post test

Prueba	Estadístico	Valor-P
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,901567	0,000449769

Considerando que los datos no se ajustan a una distribución normal se aplica una prueba Wilcoxon para determinar si existen diferencias significativas entre las medianas de los pre test de los grupos experimental y de control, con esto se verifica si los dos grupos se encuentran en igualdad de condiciones (en rendimiento académico) antes de iniciar con el experimento.

Valor-P = 0,304916

Este resultado muestra que como Valor-P = 0,304916 >  $\alpha=0.05$  no existen diferencias significativas entre las medianas de los datos correspondientes a las calificaciones de los pre test de los grupos.

El resultado de la prueba Wilcoxon muestra que como valor-P = 0,00189823 <  $\alpha=0.05$  existen diferencias significativas entre las medianas de los datos correspondientes a las calificaciones del pre y post test de los grupos.

**Hipótesis II:** *Existen diferencias significativas en el rendimiento académico de los sujetos experimentales cuando se aplica la clase magistral apoyada por un taller y cuando esta se apoya del Juego Didáctico.*

### **Comparación de medianas**

Mediana de muestra 1 (Individuos que recibieron refuerzo con Juego Didáctico): 1,88

Mediana de muestra 2 (Individuos que recibieron taller como refuerzo): 1,88

Prueba W de Mann-Whitney (Wilcoxon) para comparar medianas:

*Hipótesis Nula: mediana1 = mediana2*

*Hipótesis Alterna.: mediana1  $\neq$  mediana2*

Rango Promedio de muestra 1: 25,0208

Rango Promedio de muestra 2: 23,9792

W = -12,5 valor-P = 0,798979

No se rechaza la hipótesis nula para alfa = 0,05.

**Hipótesis III:** *El nivel educativo del padre y la madre, el género y estrato socioeconómico de los sujetos de investigación tienen un impacto significativo en su rendimiento académico en la temática y contexto particular de la investigación*

El análisis de varianzas (ANOVA) muestra que ningún valor-p es menor que 0,05. Por lo tanto ninguno de los factores demográficos tiene efecto significativamente estadístico.

Tabla 4: Resultados análisis de varianza de los factores

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
Nivel Educativo Madre	6,25526	3	2,08509	2,83	0,0562
Nivel Educativo Padre	0,98857	3	0,329523	0,45	0,7207
Edad	4,06962	3	1,35654	1,84	0,1621
Estrato	2,18388	4	0,54597	0,74	0,5713
Género	0,899595	1	0,899595	1,22	0,2782

## Resultados

El análisis estadístico muestra que no hubo diferencias significativas en el rendimiento académico de los estudiantes cuando se aplicó el taller y cuando se empleó el juego didáctico como complemento de la clase magistral en el caso y contexto particular de los estudiantes de VII del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba en el curso de organización y métodos II, ya que las medianas de las calificaciones de los individuos que recibieron taller y juego didáctico como complemento a la clase magistral fueron iguales 1,88 y 1,88 respectivamente.

Con relación a lo anterior, los datos permiten rechazar la hipótesis II “Existen diferencias significativas en el rendimiento académico de los sujetos experimentales cuando se utiliza como metodología de enseñanza la clase magistral apoyada por un taller y cuando esta se apoya del juego didáctico”.

## Aportes al presente proyecto

ESTRUCTURA DEL CONTENIDO DEL ARTÍCULO	APORTE AL PRESENTE PROYECTO
<p>El artículo muestra una metodología de diseño experimental para evaluar estadísticamente el impacto de los juegos didácticos como apoyo a las clases magistrales, evaluación que se toma a partir del rendimiento académico de los estudiantes de la asignatura de Organización y Métodos.</p> <p><b>Objetivo:</b> Determinar la validez que tienen los juegos didácticos como herramienta metodológica.</p> <p><b>Escenario de aplicación:</b> Estudiantes del curso Organización y Métodos I de Ingeniería Industrial.</p> <p><b>Metodología del experimento:</b></p>	<p>La metodología y la temática abordada en el presente artículo permiten conocer de manera directa un procedimiento de evaluación y validación de la metodología de aprendizaje significativo por medio de actividades lúdicas, muy relacionadas con la metodología del grupo GEIO.</p> <p>A su vez, se pretende tener en cuenta los resultados del presente artículo como elemento de comparación, ya que la metodología seguida en la enseñanza de prácticas de aprendizaje activo, son similares, comparten la misma filosofía, y se maneja en el entorno de la Ingeniería Industrial.</p>



<p>El trabajo se dividió en cuatro etapas: Una, correspondiente al diseño, documentación e implementación de un juego didáctico para la comprensión del diagrama de flujo del proceso, temática que hace parte del curso de organización y métodos II. Una siguiente etapa se orientó a la evaluación de las condiciones iniciales similares de los grupos experimental y de control sobre las variables de análisis. Una tercera etapa hacia la implementación del juego didáctico y de taller en los grupos experimental y de control, respectivamente, para determinar el rendimiento académico de ambos grupos. Y una cuarta etapa hacia la comparación y evaluación estadística de dicho rendimiento.</p> <p>La metodología de desarrollo de la clase para ambos grupos consistió en identificar el grupo experimental y el grupo de control, (con 24 alumnos en cada uno), aplicar el pre-test y enseñar el tema en clase magistral, al final, el grupo experimental obtiene un refuerzo con lúdica y el grupo de control obtiene un refuerzo del tema con talleres. Por último se realiza el post-test para recolectar los datos necesarios para probar las hipótesis planteadas.</p> <p><b>Instrumento de evaluación:</b> Elaboración propia de los autores, con ayuda de análisis de expertos en el tema de Organización y Métodos. Este instrumento, una vez diseñado, tuvo una prueba de validez y confiabilidad a través de un juicio de expertos y prueba de mitades partidas, para un análisis de confiabilidad (Split-Halves).</p> <p><b>Método de análisis utilizado:</b> Pruebas de normalidad para cada una de las hipótesis planteadas, análisis de comparación de medianas, para identificar efectos significativos comparativos entre cada una de las metodologías implementadas en el experimento.</p>	<p>Los autores se basan en un estudio cuasiexperimental y con un análisis estadístico básico. El propósito del presente proyecto es analizar desde un punto de vista cualitativo los factores que puedan llegar a ofrecer conclusiones complementarias y/o reforzantes a los resultados cuantitativos.</p>
--	--

**2.1.11. Título: Validación de la Lúdica como herramienta metodológica complementaria en la enseñanza del método de producción de la teoría de restricciones (TOC) para el manejo de entornos multitarea**

**Resumen:** El presente artículo ilustra el diseño e implementación de una actividad pedagógica basada en la lúdica para un curso de Teoría de Restricciones, (TOC), para evaluar el efecto de esta herramienta en el rendimiento académico de los alumnos sobre esta temática. La principal conclusión es el efecto positivo que ejerce la lúdica en el rendimiento, ya que se compararon dos grupos, uno experimental en el que se desarrolló la actividad lúdica, y uno de control, bajo metodología tradicional, los cuales mostraron diferencias estadísticamente significativas.

**Palabras clave:** Metodología en Ingeniería, métodos de producción-enseñanza secundaria, rendimiento académico.

**Autores e Institución:** Yeraldín Marín Morales. Jose Orlando Montes de la Barrera. Estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba. Helman Enrique Hernández Riaño, Profesor asistente de Ingeniería Industrial, Universidad de Córdoba. Jorge Mario López Pereira, Profesor auxiliar de Ingeniería Industrial, Universidad de Córdoba, Montería, Colombia.

### **Criterio de Búsqueda**

- **Journal consultado:** Revista Ingeniería y Universidad. Universidad Javeriana
- **Descripción del journal:** El objetivo de la publicación es servir a la divulgación y difusión del trabajo científico e investigativo en ingeniería. Son bienvenidos los trabajos que presenten resultados de investigación, artículos de revisión de una temática de la ingeniería, ensayos que contribuyan a la discusión académica y científica de la ingeniería en sus diversas ramas, entre otros.
- **Fecha de publicación del artículo:** Junio de 2010

### **Desarrollo del trabajo**

#### **Marco teórico.**

**El rendimiento académico.** De acuerdo con lo que plantea Castejón (1996), el rendimiento académico se define como el fruto de un conjunto de factores que intervienen en el sistema educativo, de la familia y del ser humano. Las calificaciones escolares y las pruebas objetivas son los instrumentos más comunes para su medición. El presente proyecto utiliza las pruebas objetivas como instrumento de medición, para evaluar el efecto que las diferentes metodologías de enseñanza presentan en el rendimiento académico del estudiante.

**Los juegos didácticos.** Para los mismos autores, los principios básicos que rigen la estructura de los juegos didácticos y su aplicación, son:

- La participación: es el principio básico que expresa la manifestación activa de las fuerzas físicas e intelectuales del jugador, en este caso el estudiante.
- El dinamismo: que expresa el significado y la influencia del factor tiempo en la actividad lúdica.
- El entretenimiento: que refleja las manifestaciones amenas e interesantes de la actividad lúdica, que ejercen un fuerte efecto emocional en el estudiante y puede ser uno de los motivos fundamentales que propicien su participación activa en el juego.
- El desempeño de roles: basado en la modelación lúdica de la actividad del estudiante y que refleja los fenómenos de la imitación y la improvisación.
- La competencia: que, basada en que la actividad lúdica, reporta resultados concretos y expresa los tipos fundamentales de motivaciones para participar de manera activa en el juego.

**El concepto multitarea.** Dentro de la Administración y Gestión por proyectos, se conciben los entornos multitarea, como aquellas secciones donde se realiza más de una tarea a la vez, y muchas de ellas no son terminadas por completo. Se ha tratado de dar solución a este problema de forma fraccionada, lo que ha generado ciertas desventajas: No tiene en cuenta la influencia del comportamiento humano, no considera las causas e implicaciones de la variabilidad en los procesos y pocas veces resuelve el problema de limitación de recursos.

**La Teoría de Restricciones (TOC).** Este concepto evidencia una filosofía administrativa que permite identificar todo tipo de restricción (o limitación) en un sistema dado dentro de una organización. Todo aquello que no genere valor agregado a la razón de ser de la empresa se identifica a través de un procedimiento; además se pretende identificar principalmente, aquella actividad que posee el menor ritmo de eficiencia, (cuello de botella), y plantear soluciones para maximizar ese ritmo, además de tener una perspectiva holística de los procesos, (el nivel de productividad lo marca la actividad cuello de botella), y proponer estrategias de productividad en función de la Teoría de Restricciones.

## Objetivos

- Diseñar, documentar e implementar una lúdica que permita mostrar las características del método de producción tradicional y método de producción TOC para el manejo de los entornos multitarea.
- Evaluar la situación inicial de los grupos experimental y control en las variables objeto de la investigación.
- Determinar el rendimiento académico de los estudiantes para las temáticas relacionadas con el método de producción tradicional y el método de producción TOC para el manejo de los entornos multitarea.
- Comparar el rendimiento académico de los estudiantes cuando se utiliza la clase magistral y cuando esta se apoya en la lúdica respecto a la temática del método de producción tradicional y el método de producción TOC para el manejo de los entornos multitarea.

Tipo de estudio: Investigación Cuasiexperimental, dado que en los grupos a comparar no hubo una asignación aleatoria de los estudiantes. Investigación Correlacional, ya que se busca determinar el grado de relación existente entre los métodos de enseñanza con respecto al rendimiento académico de los estudiantes.

Hipótesis: La implementación de las prácticas basadas en la lúdica como herramienta metodológica complementaria de la clase magistral mejora el rendimiento académico en los estudiantes sobre la temática relacionada con el método de producción tradicional y el método TOC para el manejo de los entornos multitarea.

Variables: Dependiente, el rendimiento académico. Independiente, la herramienta metodológica empleada, clase magistral y clase magistral apoyada con lúdica.

Diseño Experimental: Grupos experimental y de control. Prueba del efecto que la herramienta metodológica realiza en el rendimiento académico de los estudiantes. Grupos intactos, con condiciones iniciales similares (estudiantes de primer semestre).

**Material experimental.** La herramienta utilizada consistió en recrear un escenario que simule un entorno productivo real, que permite mostrar y comparar un sistema productivo con procesos multitarea y, así mismo, con procesos aplicados a la TOC, donde los estudiantes tienen un papel en el sistema productivo que les posibilita asimilar las características de cada uno de los métodos y ser capaces de identificar las ventajas de uno sobre el otro.

Las siguientes son las convenciones para evaluar estadísticamente cada uno de los escenarios

Tabla 1. Convenciones del diseño experimental

Grupo	Preprueba	Tratamiento	Posprueba
Experimental	R <sub>1</sub>	Lúdica + Clase magistral	R <sub>2</sub>
Control	R <sub>3</sub>	Clase magistral	R <sub>4</sub>

Fuente: presentación propia de los autores.

En la pre prueba se planteó una hipótesis relacionada con un nivel de conocimiento previo similar entre los estudiantes, buscando controlar esta variable, ya que se debe garantizar que no tengan algún conocimiento previo sobre la temática. También se realizó una prueba de normalidad de los resultados en la preprueba, la cual arrojó los resultados estadísticos que se ilustran a continuación:

La prueba Shapiro-Wilk arrojó valores de  $W = 0.9437$ ,  $p\text{-value} = 0,1144$  con  $\alpha = 0,05$ . Esto indica que no se rechaza la hipótesis de que los datos se distribuyen normalmente.

$$H_0: \mu_{R2} = \mu_{R4}$$

$$H_1: \mu_{R2} \neq \mu_{R4}$$

La hipótesis planteada anteriormente pretende evaluar si el rendimiento académico de los estudiantes que recibieron la prueba experimental, (lúdica) y la clase magistral, en la post prueba, son iguales.

El resultado de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk del grupo experimental y del grupo de control fueron, respectivamente,  $W = 0,9538$ ,  $p\text{-value} = 0,4873 > \alpha = 0,05$  y  $W = 0,951$ ,  $p\text{-value} = 0,4417 > \alpha = 0,05$ , con lo cual en ambos casos los datos son normales.

La prueba T de Student (R2,R4) con  $p\text{-value} = 0,002535$  muestra que existen diferencias significativas en el rendimiento académico de los dos grupos, con lo cual se puede decir que la aplicación de la clase magistral apoyada con lúdica sí mejora el rendimiento académico de los estudiantes.

Además se evaluaron algunos supuestos:

- a. Hubo aprendizaje significativo en todos los sujetos, independientemente de la metodología utilizada.

La correspondiente prueba de normalidad entre los resultados de todos los estudiantes en la pre y post prueba da como resultado:  $W = 0,9519$ ,  $p\text{-value} =$

$0,1112 > \alpha = 0,05$  y  $W = 0,9637$ ,  $p\text{-value} = 0,2636 > \alpha = 0,05$ , con lo cual en ambos casos los datos son normales.

Los resultados de la prueba T de Student (X,Y) pareados fueron a su vez:

$$p\text{-value} = 1,334e-08$$

$$\text{Me}(R5) = 1,472973$$

$$\text{Me}(R6) = 2,412162$$

Esto muestra que existen diferencias significativas entre los promedios del conjunto de datos R5 y R6, con lo cual se puede concluir que hubo un aprendizaje en los estudiantes sin importar la estrategia pedagógica utilizada.

- b. Hubo aprendizajes en el grupo de estudiantes que recibió la información en clase magistral.

Los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk fueron respectivamente:

$W = 0,9311$ ,  $p\text{-value} = 0,1815 > \alpha = 0,05$  y  $W = 0,9481$ ,  $p\text{-value} = 0,3662 > \alpha = 0,05$ , con lo cual en ambos casos los datos son normales. El resultado de la prueba T de student (X,Y) pareado fue a su vez de  $p\text{-value} = 0,001596$ , con lo cual se puede concluir que hubo un aprendizaje con la clase magistral en los estudiantes.

- c. Hubo aprendizaje con la clase magistral apoyada en la implementación de lúdica.

Los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para R1 y R2 fueron, respectivamente,  $W = 0,9255$ ,  $p\text{-value} = 0,1621 > \alpha = 0,05$  y  $W = 0,951$ ,  $p\text{-value} = 0,4417 > \alpha = 0,05$ , con lo cual los datos son normales.

El resultado de la prueba T de Student (X,Y) pareado fue a su vez de  $p\text{-value} = 8,204e-07$ . Este resultado muestra que existen diferencias significativas entre los promedios de los conjuntos de datos R1 y R2, por lo cual se puede concluir que hubo un aprendizaje con la clase magistral apoyada en la implementación de lúdica en los estudiantes.

- d. No existen diferencias significativas en el rendimiento académico de los grupos en la pre prueba.

Los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para R1 y R3 fueron, respectivamente,  $W = 0,9255$ ,  $p\text{-value} = 0,1621 > \alpha = 0,05$  y  $W = 0,9402$ ,

$p\text{-value} = 0,2916 > \alpha = 0,05$ , con lo cual los datos en ambos casos son normales.

El resultado de la prueba T de Student (X,Y) fue a su vez de  $p\text{-value} = 0,2508$ . Se puede concluir que durante la preprueba los grupos de estudiantes no muestran diferencias significativas respecto a su conocimiento del tema de análisis

### Conclusiones

Se pudo demostrar estadísticamente que el método de enseñanza a través de la lúdica sirve como apoyo a la clase magistral, generando un impacto positivo en el rendimiento académico del estudiante. Esto aplica para la enseñanza relacionada con métodos de producción para el programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba.

Los autores corroboran sus resultados para el grupo experimental con lo que Oblinger (2004) propone: “el escenario que crea la lúdica brinda una gran versatilidad para el entrenamiento de los estudiantes y permite probar hipótesis y aprender de sus acciones”.

### Aportes al presente proyecto

ESTRUCTURA DEL CONTENIDO DEL ARTÍCULO	APOORTE AL PRESENTE PROYECTO
<p><b>Objetivo:</b> Comparar el rendimiento académico de los estudiantes cuando se utiliza la clase magistral y cuando esta se apoya en la lúdica respecto a la temática del método de producción tradicional y el método de producción TOC para el manejo de los entornos multitarea.</p> <p><b>Escenario de aplicación:</b> Curso de Teoría de Restricciones de Ingeniería Industrial.</p> <p><b>Metodología del experimento:</b> Grupos experimental y de control. Prueba del efecto que la herramienta metodológica realiza en el rendimiento académico de los estudiantes. Grupos intactos, con condiciones iniciales similares (estudiantes de primer semestre).</p>	<p>El objetivo principal del presente proyecto está muy relacionado con el expuesto por los autores, enfocándose en la validación de la estrategia basada en juegos o lúdicas como herramienta pedagógica y la medición de su impacto a través de la comparación del método de enseñanza tradicional, con el de aprendizaje activo, propuesto a través de la lúdica.</p> <p>El escenario de aplicación es igualmente compartido: Ingeniería Industrial en el nivel de pregrado.</p> <p>El método de análisis estadístico propuesto por los autores llega hasta la prueba de normalidad de cada una de las hipótesis que permiten medir el impacto anteriormente mencionado. Para el presente proyecto, se pretende abarcar un análisis desde el diseño experimental, que</p>

<p><b>Instrumento de evaluación:</b> Pre prueba y post prueba diseñada por los investigadores y validada por grupo de expertos en el tema, para la medición del rendimiento académico de los estudiantes de Teoría de Restricciones con respecto al tema de Ruta Crítica.</p> <p><b>Método de análisis utilizado:</b> Pruebas de normalidad para las hipótesis planteadas (Hubo aprendizaje significativo en todos los sujetos, independientemente de la metodología utilizada; Hubo aprendizajes en el grupo de estudiantes que recibió la información en clase magistral; Hubo aprendizaje con la clase magistral apoyada en la implementación de lúdica; No existen diferencias significativas en el rendimiento académico de los grupos en la pre prueba).</p>	<p>permita establecer una comparación de medias y varianzas como parámetros de comparación estadísticos. Además se pretende conjugar un análisis cualitativo que permita dar complemento y refuerzo a los resultados obtenidos.</p>
--	---

#### 2.1.12. Título: Diseño de una metodología experimental para la medición del impacto de la lúdica en la aprehensión del conocimiento

**Objetivo:** Diseñar una metodología para medir el efecto en el rendimiento académico del estudiante de Programación Lineal, dividiéndolos en dos cursos, uno con una metodología tradicional, y otro con lúdicas. Utilizan el Diseño de Experimentos para evidenciar diferencias entre la variable de interés (rendimiento académico de los estudiantes)

**Resumen:** La propuesta muestra un trabajo acerca de la dificultad en el diseño de herramientas metodológicas que permitan la medición y posterior mejora de los dispositivos pedagógicos utilizados en clase. Se presenta una investigación sobre los efectos del uso de determinado dispositivo en dos cursos de Programación Lineal. Se utiliza una metodología del Diseño de Experimentos, utilizada para plantear comparaciones entre diversas herramientas pedagógicas a través de un análisis estadístico relevante.

**Autores e Institución:** Jair Eduardo Rocha González. Docente Universidad Militar Nueva Granada. Carlos Andrés Arango Londoño, Docente Universidad de la Salle. Hernando Alexander Gutiérrez, docente Universidad Libre de Colombia.

#### Criterio de Búsqueda

- **Journal consultado:** Memorias del VII Encuentro Nacional GEIO
- **Descripción del journal:** Las memorias del Encuentro Nacional GEIO es un documento que se emite cada año con el fin de mostrar adelantos y desarrollos que los investigadores de la Red GEIO Nacional realiza, en el marco de diseño,



implementación y evaluación de nuevas prácticas pedagógicas innovadoras, basadas en una filosofía socioconstructivista.

- **Fecha de publicación del artículo:** Actualmente las memorias del evento académico se encuentran en proceso de publicación

## **Desarrollo del trabajo**

**Introducción.** El presente estudio muestra la evaluación de la aprehensión de conocimiento a través de la implementación de dos herramientas de enseñanza: la clase magistral y la lúdica como alternativa innovadora. Se plantea la hipótesis de que existen diferencias significativas en el promedio de nivel de aprehensión del conocimiento de los estudiantes, participantes en la implementación de las dos herramientas pedagógicas.

La metodología empleada utiliza el Diseño Experimental, con pruebas pre y post, y grupos experimental y de control. En el grupo experimental se implementará la actividad lúdica “*Lego of My Simplex*” (Pendergraft, 1997). Se definen 4 fases para este estudio:

Selección y asignación de las unidades muestrales en los grupos. Las unidades muestrales son los estudiantes de Ingeniería Industrial quienes se encuentren cursando el núcleo temático de Programación Lineal. La asignación de unidades muestrales se realizó a través de un proceso de aleatorización convencional bajo el esquema de selección de números aleatorios, mediante la técnica de Montecarlo.

Diseño y realización de pre prueba. La pre prueba tiene como alcance de medición las competencias básicas requeridas para el análisis e interpretación de información y la operación de herramientas de solución de sistemas de ecuaciones lineales.

Diseño experimental. La variable dependiente a analizar es puntuación de desempeño, con la que se evaluará el nivel de aprehensión del conocimiento, una vez implementadas las estrategias pedagógicas propuestas en el presente estudio. Se busca también controlar las demás variables que podrían incidir en los resultados esperados.

Diseño y realización de post prueba. Consiste en la evaluación del nivel de adquisición de competencias para la interpretación, solución, comprensión y proposición de escenarios en modelos de programación lineal, con un limitado número de variables de decisión.

Técnicas de análisis de resultados. Análisis experimental con los datos obtenidos a partir de la medición de la variable dependiente, (nivel de aprehensión del conocimiento en Programación Lineal), con el objetivo de determinar el efecto de las variables independientes, en parámetros como la media y la varianza.

**Problema a analizar.** El estudio se basa en mostrar una metodología en la que se evalúe el impacto de la implementación de la lúdica en cursos de ingeniería. Se utilizan herramientas estadísticas apropiadas, (Diseño Experimental) para estudiar

científicamente el efecto en el aprendizaje de dos dispositivos pedagógicos utilizados en la academia, (Clase magistral y Actividad Lúdica).

Es importante identificar la necesidad de un adecuado diseño del instrumento de evaluación, que permita establecer el efecto de los dos dispositivos de manera adecuada y real respecto a la hipótesis de investigación propuesta por los autores.

### **Objetivos**

General: Diseñar una metodología que permita la evaluación de la aprehensión de conocimiento, con dos procesos de enseñanza-aprendizaje diferentes, mediante la utilización de técnicas estadísticas de diseño experimental.

Específicos:

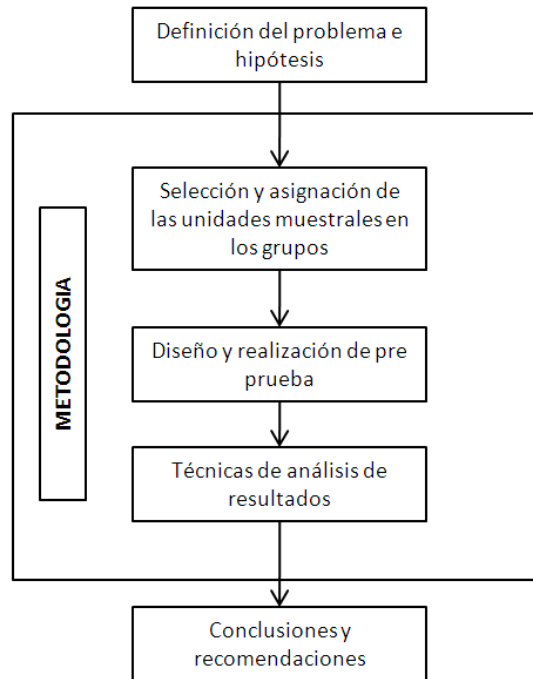
Seleccionar una actividad lúdica para la realización del experimento. Inicialmente con una prueba piloto, la actividad se replicará y se llevará posteriormente a la medición del impacto de dispositivos de enseñanza-aprendizaje, a través de herramientas científicas y la experticia de los investigadores.

Determinar un proceso estadístico de selección y asignación de unidades muestrales que garantice validez interna y externa del experimento en su replicación para la evaluación de los dos instrumentos pedagógicos implementados.

Diseñar y aplicar el instrumento de evaluación para la medición del estado de las competencias requeridas y establecidas como metas de aprendizaje antes y después del experimento, que permita establecer el impacto de cada una de las metodologías pedagógicas evaluadas.

Formular un Diseño experimental completamente aleatorio, adecuado para medir científicamente el impacto de una clase magistral y una técnica lúdica.

### **Metodología experimental**



Tema en el cual se desarrolla el experimento en la clase de Investigación de Operaciones: Solución de modelos de Programación Lineal a través del Método Gráfico.

En algunas revisiones literarias, (Barrero Solano, Dennerlin, Kotani & Lee, 2007), se realizan experimentos en los que se selecciona una cantidad limitada de unidades muestrales según restricciones como tiempo, disponibilidad de personas y costo de cada sistema de análisis. Para el cálculo del tamaño de la muestra se aplicó el modelo propuesto por Torres & Salazar, (2000), dado que se considera que la cantidad de estudiantes que cumplan las condiciones previamente mencionadas, es variable:

$$n = \left[ \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times P \times Q}{d^2 \times (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times P \times Q} \right]$$

En el desarrollo de la asignación de los estudiantes que participan con metodología tradicional y metodología lúdica, (grupo de control y grupo experimental), los autores proponen una asignación mediante el método Montecarlo, asignando estudiantes a grupos de forma aleatoria, con el fin de hacer los grupos proporcionalmente homogéneos, que contengan la mayor cantidad de diversidad en términos de variables de control.

**Diseño y realización de pre prueba.** En la realización de la pre prueba, los autores consideran necesario identificar tres procesos importantes:

- a. Definición de competencias y requisitos. Para el caso particular, en la temática a abordar, (Solución de modelos de Programación Lineal a través del Método Gráfico), se identifican cuatro competencias:

- i. Interpretar los datos en un contexto determinado.
  - ii. Graficar funciones lineales y no lineales en un plano cartesiano.
  - iii. Resolver sistemas de ecuaciones de  $2 \times 2$  (dos variables, dos restricciones)
  - iv. Comprender el significado de los puntos de intersección en funciones lineales.
- b. Diseño del instrumento de medición. Se diseñan parámetros de evaluación, que permiten medir el nivel de desempeño en las competencias antes mencionadas. Por cada competencia se diseña un número determinado de preguntas, las cuales se evalúan por medio de cuestionarios con respuestas múltiples. Las respuestas obtenidas se clasifican por competencias, y en cada una se identifican tres niveles: bajo, medio, alto.
  - c. Análisis de datos. De acuerdo a la información obtenida, se encuentran los promedios y las variaciones de la variable de respuesta. En esta etapa del experimento, la pre prueba permite determinar si los grupos son homogéneos o no, y mide el nivel de avance en la post prueba.

**Diseño experimental.** El diseño incluye pre prueba, post prueba y grupo de control, ya que permite realizar un diagnóstico de entrada de las competencias requeridas para abordar la temática de solución de modelos de Programación Lineal a través del Método Gráfico y de la adquisición de competencias después de efectuar los estímulos con cada metodología.

Los autores definieron algunos aspectos relevantes dentro del diseño del experimento:

- a. Variables independientes o de influencia: Clase magistral, definida como la metodología de presentación de temáticas a través de un conversatorio realizado por el docente sobre una temática en particular, con apoyo de material audiovisual o por presentación de la temática a través del uso de deducción del tópico en un tablero, (Izasa, Restrepo, 2005). Actividad lúdica, vista como una dimensión transversal, inherente al desarrollo humano en toda su dimensionalidad, que parte de la cotidianeidad y utiliza el juego y la creatividad para la solución de un problema real, (Jiménez, 2010).
- b. Variable de respuesta o dependiente: nivel de aprehensión de competencias para la solución de modelos de Programación Lineal a través del Método Gráfico, definiendo un sistema de evaluación por competencias, previamente seleccionadas, y con niveles alto, medio y bajo.
- c. Variables de control. Institución, programa curricular, jornada de estudio, semestre cursado, docente, día y hora de realización del experimento, tiempo de duración de la actividad.
- d. Variables no controlables. Se busca que sean minimizadas en el proceso de aleatorización, en la asignación de estudiantes a los dos grupos de estudio. Repitencia, edad, género, tiempo de duración de los estudios previos, nivel de

competencias previas, y otras que puedan ser imperceptibles pero que afecten la validez externa del modelo, (Montgomery, 2001).

- e. Desarrollo del experimento. La pre prueba se realiza de forma conjunta para ambos grupos, en un mismo lugar y a la misma hora. Luego sigue el desarrollo del experimento, realizando la asignación aleatoria de los estudiantes inicialmente, sin realizar inducción alguna, a los grupos experimental y de control. En el grupo experimental se desarrolla la actividad lúdica Mesas y sillas (Pendergraft, 1997), en la cual se desarrolla la temática a través de la solución de un problema contextualizado. Mientras que el grupo de control recibe una cátedra magistral acerca de la temática bajo el mismo problema que se resuelve a través de la lúdica. Una vez terminadas las sesiones, los estudiantes se reúnen nuevamente a presentar la post prueba para medir el avance en la comprensión y aprehensión de los conceptos evidenciados en las actividades. Se obtiene información cuantitativa que permite el análisis de diferencias de medias y de varianzas para la generación de las conclusiones pertinentes de la temática.
- f. Pruebas estadísticas a utilizar. Se busca probar la hipótesis de que no existe diferencia estadística entre los tratamientos que en este caso son los dispositivos pedagógicos. Se analizan además los supuestos de independencia, homogeneidad de varianzas y normalidad a través de la técnica ANOVA.

Si se considera un factor adicional de influencia no controlado por alguna causa desconocida, se hablaría de un diseño experimental por bloques al azar. Si se cumplen los supuestos mencionados, (independencia, homogeneidad de las varianzas y normalidad), se utiliza la prueba F de ANOVA o en caso de ser no paramétrico prueba F de Friedman para análisis de media, (Montgomery, 2001).

Para la prueba de homogeneidad de varianzas, las pruebas pueden aplicarse a través de las técnicas de Cochran, Bartlett o Hartley, cuando los datos son normales. En caso de no tener esta distribución, se utiliza la prueba de Levene. Para probar el supuesto de independencia, se asume la hipótesis nula de que la secuencia de valores obtenidos como puntuación, (calificación), en las pruebas realizadas, son aleatorias. Para probar el supuesto de normalidad, se utilizan pruebas de bondad de ajuste, Kolmogorov-Smirnov, chi-cuadrado y Anderson-Darling, bajo la hipótesis que el conjunto de datos analizados tienen una distribución de probabilidad dada.

**Diseño y realización de post prueba.** Se debe tener en cuenta que la forma de evaluar la post prueba se basa en el tipo de grupo que se haya identificado en la pre prueba. Si los grupos son homogéneos se medirá el grado de apropiación de las competencias de

salida, si son heterogéneos, se medirá el grado de apropiación de las competencias de entrada y salida.

**Supuestos para el diseño experimental.** Es necesario considerar algunos supuestos, según los autores, para desarrollar eficientemente el diseño experimental:

- a. Las actividades se deben desarrollar en una sola Institución de Educación Superior.
- b. Se utilizan estudiantes de una sola jornada, cuando la Institución tenga jornada nocturna y diurna.
- c. El tamaño de la población se asumirá como el número de estudiantes que matriculan la asignatura de Programación Lineal, Optimización I y/o Investigación de Operaciones I.
- d. Por medio de la aleatorización se busca tener grupos homogéneos en las competencias de entrada.
- e. El número de estudiantes en cada grupo no necesariamente debe ser igual.

### Conclusiones

El presente artículo ofrece una perspectiva de planeación y diseño de un experimento de validación estadística y científica que permita definir el grado de influencia que la metodología de enseñanza a través de la lúdica puede tener en los estudiantes del área de Investigación Operaciones I.

Con base en los resultados obtenidos, se podrá identificar qué herramienta es la más conveniente para el logro de las competencias esperadas, si la metodología lúdica o la metodología tradicional, que son los dos dispositivos pedagógicos que se ponen a prueba dentro del Diseño Experimental.

### Aportes al presente proyecto

ESTRUCTURA DEL CONTENIDO DEL ARTÍCULO	APORTE AL PRESENTE PROYECTO
<p><b>Objetivo:</b> Diseñar una metodología que permita la evaluación de la aprehensión de conocimiento, con dos procesos de enseñanza-aprendizaje diferentes, mediante la utilización de técnicas estadísticas de diseño experimental.</p> <p><b>Escenario de aplicación:</b> Se presenta una investigación sobre los efectos del uso de determinado dispositivo</p>	<p>El objetivo del presente proyecto se relaciona con el enfoque del Diseño Experimental que proponen los autores. Se pretende evaluar estadísticamente si realmente existen diferencias significativas entre una metodología basada en aprendizaje activo y una metodología de enseñanza tradicional. El punto de partida es necesario detallar: la planeación del Experimento.</p>

<p>en dos cursos de Programación Lineal en el pregrado de Ingeniería Industrial.</p> <p><b>Metodología del experimento:</b></p> <p>Diseño y realización de pre-prueba: los autores identifican tres procesos: Definición de competencias y requisitos, diseño del instrumento de medición y análisis de datos.</p> <p>Definición de competencias: Se identifica la temática a abordar y cuatro competencias específicas relacionadas con la temática.</p> <p>Diseño del instrumento de medición: Evaluación del desempeño por competencias. Se sugiere un cuestionario por cada competencia, con respuestas múltiples. Al final se clasifican los resultados obtenidos por cada competencia, (alto, medio, bajo).</p> <p>Análisis de datos: En esta etapa del experimento, la pre prueba permite determinar si los grupos son homogéneos o no, y mide el nivel de avance en la post prueba.</p> <p>La variable dependiente a analizar es puntuación de desempeño, con la que se evaluará el nivel de aprehensión del conocimiento, una vez implementadas las estrategias pedagógicas propuestas en el presente estudio. Se busca también controlar las demás variables que podrían incidir en los resultados esperados</p> <p><b>Instrumento de evaluación:</b></p> <p>Consiste en la evaluación del nivel de adquisición de competencias para la interpretación, solución, comprensión y proposición de escenarios en modelos de programación lineal, con un limitado número de variables de decisión.</p> <p><b>Método de análisis utilizado:</b></p> <p>Análisis experimental con los datos obtenidos a partir de la medición de la</p>	<p>Se pretende establecer un escenario similar, en el área de Producción.</p> <p>La metodología del experimento es similar a como la proponen los autores del presente artículo: el diseño y realización de una pre y post prueba, identificando factores de homogenización, y un esquema de evaluación basado en competencias.</p> <p>Como complemento a lo expuesto por los autores, en el presente proyecto se pretende identificar un caso de aplicación, el desarrollo del experimento como tal, con el análisis exhaustivo de sus resultados. Se busca pasar de la planeación a la realización y análisis del experimento. Además de proponer un momento de identificación de competencias clave para evaluar en el mismo desarrollo del experimento.</p>
--	---

variable dependiente, (nivel de aprehensión del conocimiento en Programación Lineal), con el objetivo de determinar el efecto de las variables independientes, en parámetros como la media y la varianza.	
---	--

### 2.1.13. Título: Active Learning Games

**Resumen:** Este texto discute los juegos de aprendizaje activo como una técnica pedagógica potencial e importante en el apoyo para la educación. Una breve revisión de la literatura de aprendizaje activo se muestra, seguida de una lista de juegos de aprendizaje activo relevantes para el contexto de la educación en ingeniería.

Se presenta el juego del algoritmo genético (GAG por sus siglas en inglés), su desarrollo y como es usado de forma introductoria a clases de optimización, dado que muchos estudiantes muestran dificultades en el entendimiento de la naturaleza de los operadores y algoritmos para encontrar las mejores soluciones, en el tema de algoritmos genéticos. Se ha encontrado que desarrollando la actividad durante la clase, resulta una herramienta efectiva que ayuda a los estudiantes a reforzar los conceptos sobre este tema. Esta actividad ayuda a promover un aprendizaje conceptual y al desarrollo de una retroalimentación inicial positiva.

Los autores consideran que esta metodología provee una inclusión de otras actividades de aprendizaje activo en otros dominios. Tan solo con el hecho de participar, jugar e incluir al estudiante en su proceso de aprendizaje como parte activa, se requiere planeación, preparación y tiempo, y una cuidadosa sincronización con el contenido principal de la lectura de la actividad.

**Autores e Institución:** Olivier L. de Weck, Il Yong Kim, Rania Hassan. Department of Aeronautics and Astronautics, Engineering System Division. Massachusetts Institute of Technology, MIT.

#### Criterio de Búsqueda

- **Journal consultado:** I Annual CDIO Conference, Queen's University Kingston, Ontario, Canada, June 7 to 8, 2005.
- **Descripción del journal:** Cada año el grupo de instituciones colaboradoras del CDIO se reúne para intercambiar ideas y experiencias, se revisan los desarrollos por cada institución, se evalúa la iniciativa y se perfecciona el proyecto. Los encuentros ofrecen muchas oportunidades para aprender la metodología CDIO y discutir su implementación en nuevos campos.
- **Fecha de publicación del artículo:** Junio de 2005

#### Desarrollo del trabajo



**Introducción.** Los autores definen los juegos de aprendizaje activo como "Una técnica pedagógica que usa la lúdica en las actividades de clase, diseñadas para involucrar activamente a los estudiantes con los conceptos clave".

En el presente texto, inicialmente se revisa la literatura en el área de aprendizaje activo y se resumen algunos de sus principios. Luego, se presenta una mirada de los juegos de aprendizaje activo como una técnica pedagógica específica de esta disciplina. ¿Por qué pensamos que los juegos de aprendizaje activo son efectivos? Los autores dan respuesta a esta pregunta a través de un reporte empírico que muestra la evidencia del éxito de estas prácticas en el MIT, donde han sido probadas varias técnicas pedagógicas diferentes.

También se identifica la necesidad de hacer una evaluación más detallada de esta práctica pedagógica, requiriendo de un grupo experimental y un grupo de control para probarlos con metodologías diferentes.

CDIO™ Standard 8 — Active Learning Enseñanza – y aprendizaje basada en métodos de aprendizaje experiencial y activo.

**Descripción:** Los métodos de aprendizaje activo orientan al estudiante directamente hacia el pensamiento, reflexión y solución de problemas, a través de actividades lúdicas. Hay menos transmisión de información pasiva, y más participativa, en la cual los estudiantes, manipulan, aplican, analizan y evalúan ideas. La metodología consiste en conformar varios grupos de discusión generar debates, discutir preguntas, y retroalimentar con los estudiantes acerca de lo que están aprendiendo. El aprendizaje activo es considerado Experiencial cuando los estudiantes toman roles que simulan prácticas de profesionales en ingeniería, como diseño de proyectos, construcción de proyectos, simulaciones, y casos de estudio.

**Razonamiento:** Los estudiantes recuerdan menos de la cuarta parte de lo que oyen y solo cerca de la mitad lo que ellos ven y oyen. Involucrando a los estudiantes en la reflexión acerca de conceptos, nuevas ideas y algunas respuestas a inquietudes, los estudiantes no solamente aprenden más, sino que ellos reconocen para sí mismos qué y cómo aprenden. Este proceso de meta-cognición ayuda a incrementar la motivación de los estudiantes para alcanzar los logros y hábitos de aprendizaje.

Con la implementación de estos métodos, los instructores pueden ayudar a los estudiantes a establecer conexiones de los conceptos clave y facilitar la aplicación de su conocimiento a las nuevas configuraciones.

**El surgimiento del aprendizaje activo.** En los programas de ingeniería que se han implementado currículos basados en aprendizaje activo, han encontrado ventajas en la motivación y participación de los estudiantes en comparación con el enfoque tradicional de lectura.

Dentro del enfoque de aprendizaje constructivista, Parcover and McCuen afirman que la enseñanza de la ingeniería no se debe concebir "solo como una manera de transferir información del lector al receptor... el desarrollo conceptual y la comprensión requiere la oportunidad de preguntar, explicar y probar creencias".

**Una mirada a los juegos de aprendizaje activo.** En la figura 2, se detalla el procedimiento a seguir para implementar una actividad con enfoque de aprendizaje activo. Se recomienda que sea implementada para reforzar conceptos previos, no para introducir nuevos. Se debe considerar la logística de los materiales a implementar, y el paso a paso de las reglas a seguir en el juego.

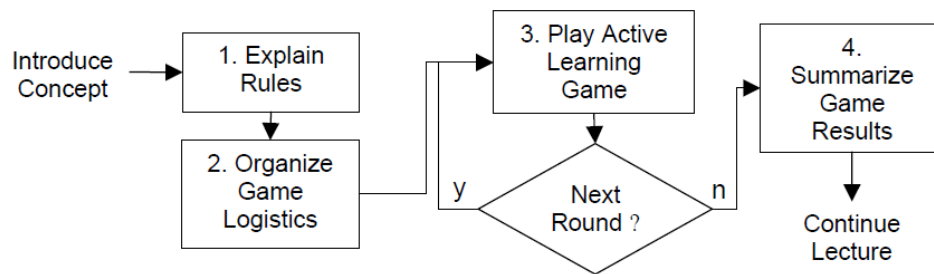


Figure 2: Typical flow of active learning games

**Programación de un experimento pedagógico.** El artículo muestra uno de los ejercicios de aprendizaje activo que han implementado los autores en el salón de clases. El juego del Algoritmo Genético, (GAG), muestra el procedimiento del juego, los alcances académicos, (problemas de optimización avanzada).

Para evaluar la efectividad de este juego y su efecto en el aprendizaje de los estudiantes de ingeniería, se decide diseñar y controlar un experimento, siguiendo un protocolo.

**A. Procedimiento experimental.** El estudio comienza con la división de dos grupos, uno experimental y otro de control. Ambos grupos son homogeneizados en términos de género, edad, nivel de estudios y nivel promedio de calificaciones. Ambos grupos escuchan una hora de lectura sobre Algoritmos Genéticos. Esta lectura es idéntica para ambos grupos. Además de esto, el grupo experimental desarrollará la actividad lúdica del juego del algoritmo genético, donde la facultad y su staff, (asesores), servirán como facilitadores. Al final de la sesión, cada grupo tendrá que presentar un quiz de selección múltiple para medir su comprensión conceptual del tema. Los resultados del quiz se procesan estadísticamente y sus puntajes se determinan para cuantificar si el juego de GA tuvo un impacto positivo en el aprendizaje conceptual.

**B. Número y tipo de materias involucradas.** Cada uno de los grupos estuvo compuesto por 30 estudiantes de pregrado del MIT. Este número fue escogido por la necesidad de tener un tamaño de muestra representativo. El requerimiento en tiempo para el test es de

90 minutos/persona para las materias en el grupo de control, y de 120 minutos/persona para las materias del grupo experimental. Los estudiantes deben firmar un consentimiento que los acredite como estudiantes que desean participar en el estudio.

**C. Procedimiento para asegurar confiabilidad.** Para asegurar la confiabilidad se correlacionan los nombres de las asignaturas de estudio con los puntajes en los quices para detectar factores de correlación. En la evaluación estadística de la efectividad del juego GA, de todos los quices se calculó el promedio de nota obtenido. El desempeño del estudiante en el quiz no tenía una afectación directa en el desempeño de las materias ni en su desempeño académico regular o GPA.

Los autores reportarán los resultados de este experimento en un trabajo futuro.

## **Conclusiones**

Este texto discute los juegos de aprendizaje activo como una técnica pedagógica importante en el apoyo de la educación formal en el salón de clases. Una breve revisión de la literatura fue necesaria para identificar las ventajas de esta técnica en la enseñanza de la ingeniería. Se presenta como caso particular el desarrollo del juego de algoritmos genéticos, GAG, que fue implementado en un curso de optimización avanzada.

Los juegos de aprendizaje activo, tienen varios beneficios. En primer lugar, ayuda a los estudiantes a reforzar la comprensión de uno o varios conceptos clave a través de la participación en las actividades. En segundo lugar, como juegos representan un espacio en la clase donde el estudiante deja de tener una posición pasiva a tener una más activa, que le genera atención y compromiso. Un feedback inicial a estos juegos evidencia resultados positivos. Claro que se evidencia también que este tipo de técnicas requieren de una planeación previa y cuidadosa de manera que se pueda abarcar toda la actividad y complementar con los espacios de reflexión y comprensión de la lectura tradicional.

## **Trabajos futuros**

1. Medir la efectividad de los juegos de aprendizaje activo en experimentos controlados científicamente, a través de la comparación de grupos homogéneos, experimental y de control.
2. Enfatizar en la definición de la dinámica de los modelos de aprendizaje activo y pasivo.
3. Compilar una lista de conocimiento y juegos que han emergido del aprendizaje activo, y comparar sus características y campos de aplicación.

## **Aportes al presente proyecto**

ESTRUCTURA DEL CONTENIDO DEL ARTÍCULO	APORTE AL PRESENTE PROYECTO
<p><b>Objetivo:</b> Discutir los juegos de aprendizaje activo como una técnica pedagógica potencial e importante en el apoyo para la educación</p> <p><b>Escenario de aplicación:</b> Estudiantes de Ingeniería.</p> <p><b>Metodología del experimento:</b> División de los estudiantes en dos grupos, uno experimental y uno de control. Distribución aleatoria de los estudiantes en cuanto a género, edad, nivel de estudios y nivel promedio de calificaciones. Ambos grupos escuchan una lección teórica sobre Algoritmos Genéticos. El grupo experimental refuerza el concepto desde una actividad lúdica.</p> <p><b>Instrumento de evaluación:</b> Al final de la sesión todos los estudiantes presentan un quiz de selección múltiple para medir su nivel de comprensión del tema.</p> <p><b>Método de análisis utilizado:</b> Se toma como unidad de medida la nota obtenida en el quiz desarrollado por los estudiantes. Se hace un análisis estadístico de comparación de medias.</p> <p><b>Consideraciones adicionales:</b> Los autores reportarán los resultados de este experimento en un trabajo futuro.</p>	<p>El artículo expuesto por los autores hace referencia al proceso de diseño del experimento para establecer un análisis comparativo, desde el punto de vista estadístico para dos metodologías de enseñanza.</p> <p>Aunque los autores no hacen referencia a un análisis de los resultados obtenidos, si efectúan una descripción del procedimiento a seguir para desarrollar el experimento. Advierten que en publicaciones futuras tendrán los resultados analizados cuantitativa y estadísticamente.</p> <p>Para el presente proyecto, se pretende seguir el procedimiento descrito para el desarrollo del experimento, de manera similar a la que los autores plantean en este artículo. La diferencia radica en el instrumento de evaluación, que se pretende que sea competente y pertinente con un instrumento de evaluación del desempeño por competencias.</p>

**2.1.14. Título: Las técnicas de aprendizaje cooperativo mejoran y consolidan la calidad docente en la asignatura Telemática de EUETIB**

**Resumen:** El presente estudio muestra un análisis de los resultados obtenidos luego de una implementación de técnicas de aprendizaje cooperativo en una asignatura optativa del plan de estudios reformado 2002 de la Escuela de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona. (EUETIB). Se han recogido datos durante siete cuatrimestres, incluyendo un grupo de control en el que se realizó la enseñanza con métodos tradicionales, con lo que el estudio puede considerarse cuantitativamente significativo. Asimismo, se analizan cuantitativamente los resultados de las encuestas de calidad docente SEEQ, (Student

Experience of Education Questionnaire) en las que los alumnos exponen sus respuestas. Los resultados muestran que la motivación y el aprendizaje se mantienen como indicadores significativos en el desarrollo de la asignatura, cuando se aplican estas técnicas, en comparación con el grupo de control, en el cual no han sido implementadas actividades de aprendizaje cooperativo.

**Autores e Institución:** Antoni Pérez-Poch. Departamento Lenguajes y Sistemas Informáticos. Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona, EUETIB. Universitat Politècnica de Catalunya, UPC

**Criterio de Búsqueda:** Google Académico: Métodos pedagógicos innovadores.

Artículo publicado en: XII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática. Julio de 2007

## **Introducción**

El estudio muestra un análisis de dos tipos de metodologías aplicadas en una asignatura optativa de la Informática y Telemática, especialidad de Electrónica Industrial, en la EUETIB de la Universidad Politécnica de Catalunya. En el plan de estudios reformado, se permite la inclusión de técnicas como el aprendizaje activo y cooperativo, dentro de las actividades de innovación docente sugeridas por varios autores. La asignatura objeto de estudio presenta los siguientes objetivos:

1. Dar los conceptos básicos de la transmisión de información sin suponer conceptos previos.
2. Conocer el funcionamiento y las posibilidades que ofrecen las redes de área local (LAN).
3. Ser capaz de diseñar, montar y poner en funcionamiento una LAN a partir de unas especificaciones realistas.
4. Tener un conocimiento de las principales tecnologías de banda ancha, y de las implicaciones sociales y económicas de estas tecnologías.

**Metodologías docentes aplicadas.** Además de la metodología de enseñanza tradicional, en el nuevo plan de estudios, se han incluido técnicas y actividades como:

**Proyecto basado en aprendizaje cooperativo.** Se propone a los alumnos un escenario de implantación de una red de área local (LAN). Normalmente es una pequeña o mediana empresa en la que sus ordenadores no están conectados en red. Se pide a los alumnos que diseñen la red, establezcan los elementos necesarios a añadir y, muy importante, presupuesten y planifiquen el proyecto. Se busca alcanzar el objetivo No. 3 de la asignatura, (Ser capaz de diseñar, montar y poner en funcionamiento una LAN a partir de unas especificaciones realistas). En grupos de tres alumnos comienzan a trabajar, tienen dos sesiones de laboratorio y un mínimo de 15 horas presenciales, al final deben presentar un proyecto en clase, con la asistencia de todo el grupo. Se escoge un miembro

al azar, quien expondrá los resultados del proyecto. Se considera también la participación de un experto como asesor durante la ejecución del proyecto, además de ser el evaluador al final. La nota es igual para los miembros del grupo.

**Sesiones con actividades de aprendizaje activo.** Se incluye, en el desarrollo del curso, las siguientes actividades: 1) Realización de problemas durante la clase en pequeños grupos y evaluación en la misma clase. 2) Análisis de artículos de actualidad sobre la temática de la asignatura. Los alumnos deben primero leer, resumir, comentar con el compañero y fabricar una transparencia que luego deben mostrar a la clase. 3) Investigación. Se pide a los alumnos que busquen en la biblioteca y en internet un tema determinado que luego podrán incluir en el proyecto de la asignatura. 4) Intercambio. Se pide que los alumnos se expliquen durante unos minutos partes del temario que se ha explicado en la sesión anterior.

**Actividades de laboratorio.** Esta actividad ha resultado la de mayor atraktividad por parte de los estudiantes. Se seleccionan grupos de 12 personas, quienes deben desarrollar las siguientes actividades en el laboratorio, y generar informes al respecto: a) Conexión física de dos ordenadores fabricando el propio cable de conexión. b) Conexión física de varios ordenadores mediante concentradores y configuración. c) Configuración de enrutadores para conexión en red y a internet. Inclusión de reglas de filtraje de puertos y direcciones. d) Visita técnica a los Servicios de Telemática de la Diputación de Barcelona. e) Visita y análisis del rack principal de la propia escuela, con estudio mediante modelo virtual del enrutador principal. f) Simulación de redes.

**Actividades de evaluación.** Dos formas de evaluación son propuestas en este estudio: evaluación continua y laboratorio y examen final. En la primera los estudiantes deben realizar dos controles parciales, las prácticas de laboratorio y el proyecto semipresencial final. Tienen la opción de presentar los dos parciales y los laboratorios, y con una nota promedio, el estudiante puede no presentar el examen final, si así lo desea. Se les aconseja a los estudiantes que consideren la primera opción, ya que existe otra, la de presentar solo los laboratorios y el examen final, lo cual no llevaría a un adecuado aprendizaje.

### **Resultados obtenidos**

Al implementar los métodos mencionados, se han obtenido los siguientes resultados.

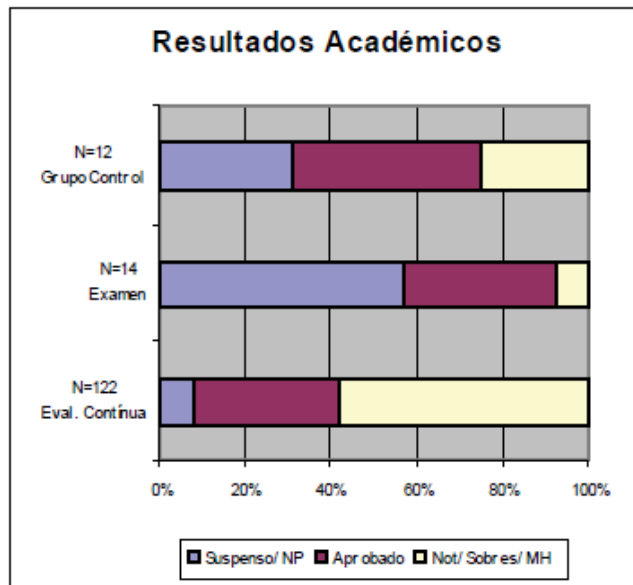


Figura 1. Resultados académicos

Si se comparan los resultados académicos en cuanto a número de aprobados, el resultado se muestra mejor en el caso de los alumnos que siguen la evaluación continua, primera opción que se da a los alumnos para superar la asignatura.

En efecto, los alumnos que siguen la evaluación continua de la asignatura (N=122) a lo largo del cuatrimestre la superan en un 92%, mientras que los que optan por el examen final (N=14) la superan únicamente en un 43%. Dado que la evaluación continua incluye dos parciales, y el último es acumulativo de los problemas estudiados, se considera que los alumnos han sido evaluados en la totalidad del contenido de la asignatura, a diferencia del grupo que solo decide presentar el examen final y los laboratorios.

Teniendo en cuenta el análisis de la encuesta SEEQ, la cual está diseñada con ítems que van de 1 (muy en desacuerdo) a 5 (muy de acuerdo), representan diferentes aspectos del proceso enseñanza-aprendizaje, como son: aprendizaje, entusiasmo del profesor, organización, interacción con el grupo, actitud personal, contenido, entre otros. Se analiza entonces una comparación entre el grupo que sigue las actividades previamente descritas, con un grupo que sigue una metodología netamente tradicional de enseñanza.

En los ámbitos “Aprendizaje” (media: 4.2 vs 2.3 en el grupo control) y “Interacción con el grupo” (media: 4,5 vs 2.1 en grupo control), se obtuvo un valor- $p < 0.05$ , lo que permite concluir la aceptación de la hipótesis en prueba: “la aplicación de estas metodologías mejora significativamente estos aspectos de la interrelación docente”. No se obtuvieron diferencias al nivel de significación  $p < 0.05$  en el resto de grupos de ítems.

## Valoración de los alumnos

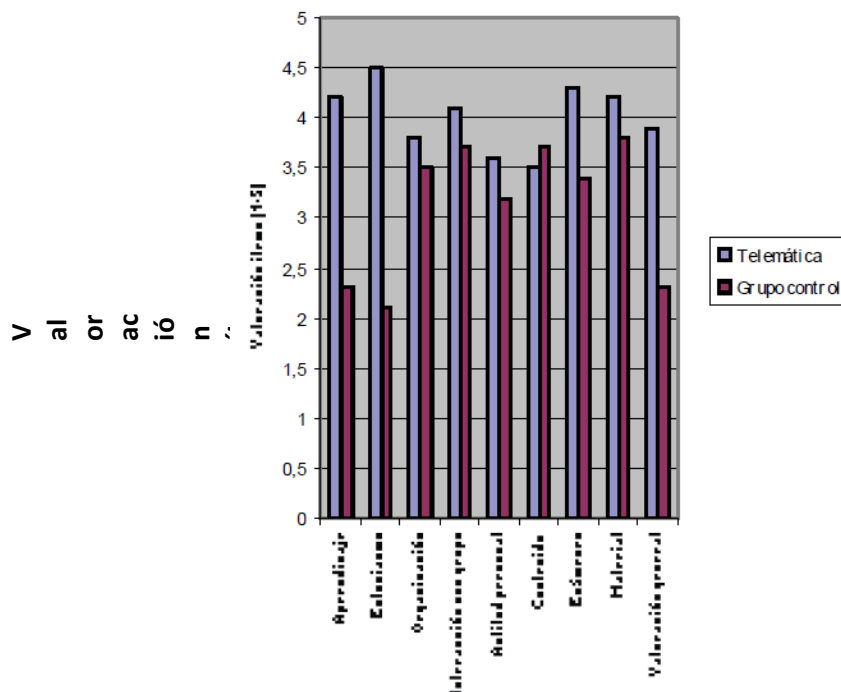


Figura 2. Valoración por apartados

### Discusiones y conclusiones

Se concluye que la inclusión de actividades basadas en aprendizaje activo, un proyecto semipresencial cooperativo, y las actividades de laboratorio en pequeños grupos han mejorado y consolidado la calidad docente de la asignatura.

Este estudio puede considerarse como una prueba piloto de lo que puede y debe constituir la filosofía de los nuevos planes de estudios en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).

Si bien, hay aspectos aún mejorables en el conjunto de la asignatura la consistencia de estos buenos resultados a lo largo de casi cuatro años de docencia ininterrumpida, con mínimas variaciones en el método son notorias.

El diseño del presente experimento y la implementación de un instrumento de evaluación (encuestas) estandarizadas ha permitido determinar cuáles son los métodos de enseñanza que han dado mejores resultados en el rendimiento y aprendizaje de los estudiantes. Ámbitos como la interacción profesor-grupo, alumnos-grupo y la de



aprendizaje muestran resultados estadísticamente significativos, mejores en el caso de alumnos que siguen las metodologías activas y cooperativas.

### Aportes al presente proyecto

ESTRUCTURA DEL CONTENIDO DEL ARTÍCULO	APORTE AL PRESENTE PROYECTO
<p><b>Objetivo:</b> Desarrollar un estudio para analizar los resultados obtenidos luego de una implementación de técnicas de aprendizaje cooperativo en estudiantes de curso especializado.</p> <p><b>Escenario de aplicación:</b> Estudiantes de la especialidad en Electrónica Industrial</p> <p><b>Metodología del experimento:</b> Analizar el desempeño de los estudiantes que aprenden con una metodología netamente tradicional y los que se ven involucrados con metodologías de enseñanza activa (Proyecto basado en aprendizaje cooperativo, sesiones con actividades de aprendizaje activo y actividades de laboratorio)</p> <p><b>Instrumento de evaluación:</b> Encuesta SEEQ, la cual está diseñada con ítems que van de 1 (muy en desacuerdo) a 5 (muy de acuerdo), representan diferentes aspectos del proceso enseñanza-aprendizaje, como son: aprendizaje, entusiasmo del profesor, organización, interacción con el grupo, actitud personal, contenido.</p> <p><b>Método de análisis utilizado:</b> Comparación de medias. Método estadístico-descriptivo</p> <p><b>Consideraciones adicionales:</b> Los autores resaltan la importancia de identificar que ámbitos como la interacción profesor-grupo, alumnos-grupo y la de aprendizaje muestran resultados estadísticamente significativos, mejores en</p>	<p>Los autores muestran un esquema básico de la metodología a seguir con el experimento propuesto, (comparación estadística de la apropiación del estudiante en los conceptos clave de la asignatura, desde dos metodologías de enseñanza).</p> <p>Hacen énfasis en la aplicación de tres escenarios de aprendizaje activo, importante a la hora de diferenciar qué metodología de enseñanza, además de la tradicional tiene un impacto positivo y directo en el aprendizaje del estudiante.</p> <p>Para el presente proyecto se pretende establecer una metodología más detallada de planeación, diseño y análisis del experimento. Se tomarán las definiciones como conceptos clave para el desarrollo del mismo.</p>

el caso de alumnos que siguen las metodologías activas y cooperativas.	
--	--

### 2.1.15. Título: Modelo pedagógico basado en competencias para la enseñanza de la Física Experimental

**Resumen:** Método comparativo entre el modelo pedagógico tradicional y el modelo pedagógico basado en competencias a los estudiantes de ingeniería de la Universidad Autónoma de Colombia que cursaban Mecánica de la partícula, utilizando un diseño experimental efectuando un análisis de contraste entre un grupo control y uno experimental, seleccionando la muestra de manera aleatoria y probabilística.

#### **Autores e Institución:**

Néstor Gabriel Navas Granados, Oscar Jardey Suárez y Sesilio Siveira. Universidad Autónoma de Colombia. Calle 12 No 4 – 90 oficina 4-10 Bogotá DC. Colombia

**Criterio de Búsqueda:** Google Académico: "Modelo pedagógico basado en competencias"

#### **Desarrollo del trabajo**

**Introducción.** El presente artículo contextualiza el escenario donde se realiza el estudio, la Universidad Autónoma de Colombia, y el área de física como un área de ciencias básicas, en donde se desarrolla. Posteriormente se presenta el desarrollo del modelo pedagógico en ambientes de aprendizaje o laboratorio didáctico de física, se presenta la propuesta, la metodología del estudio y finaliza con resultados y conclusiones.

**Caracterización de los componentes o categorías del modelo pedagógico.** Con el fin de identificar la serie de factores y componentes que describen el modelo pedagógico aplicado en este estudio, los autores realizaron entrevistas tanto a docentes como estudiantes, de las cuales se obtienen los siguientes resultados:

Los estudiantes califican en un nivel alto las prácticas y la parte experimental en la asignatura de Física, aunque hablan de que la calidad de los materiales e instrumentos es muy baja, al igual que el tiempo de duración de las prácticas, además de identificar que tienen que profundizar en conceptos estadísticos y aplicarlo a las prácticas.

Al entrevistar a los docentes, identifican que los estudiantes llegan al curso de física con unas competencias de tipo cognitivo en un nivel muy bajo. Estos mismos docentes, en un 72,7% no utilizan ningún tipo de material de orientación metodológica, seguida por las guías de laboratorio. Un 25% de los docentes del ciclo profesional consideran que las competencias adquiridas, por los estudiantes, en el ciclo básico son apenas aceptables; lo que expresan favorablemente de sus estudiantes es que la actitud y responsabilidad de estos es relativamente alta, pero su nivel cognitivo y procedimental es bajo.

Se observa que en el desarrollo del curso se sigue una metodología de enseñanza tradicional, donde material de curso y estudiantes quedan en un segundo plano.

Los autores concluyen que, de acuerdo con los resultados de las entrevistas, las características pertenecen a un modelo tradicional donde prima la heteroestructuración del conocimiento, siendo necesario proponer un cambio de paradigma que conlleve a la interestructuración del conocimiento por parte de los actores intelectuales del proceso.

### Modelo pedagógico basado en competencias

**La estructura.** La estructura de la presente propuesta se basa en la teoría de la enseñanza para la comprensión, el aprendizaje significativo y el enfoque del procesamiento de la información. Se lleva a cabo en ambientes de formación donde intervienen los siguientes componentes de forma interrelacionada:

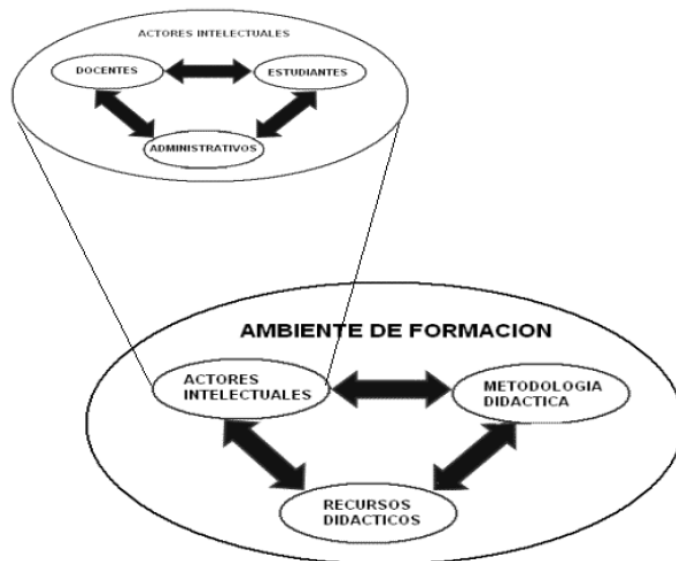


Figura1. Relación entre las categorías didácticas del modelo

**Características.** El modelo pedagógico propuesto presenta características de flexibilidad, dinamismo, sencillez, y de ser un sistema abierto. Las ventajas de estas características se orientan en función de la interacción del sistema de formación del estudiante con relación a las necesidades del medio externo.



La propuesta es de un sistema abierto, ya que debe permitir retroalimentarse con el entorno y todos los componentes que en él participan. Debe ser flexible ya que propicia que los actores intelectuales se relacionen con el entorno, y pueda desarrollarse un proceso de formación acorde con la evolución de los medios. Debe ser dinámica, puesto que es evolutiva y corresponde a la interacción entre los actores intelectuales y el entorno externo. Y debe ser sencilla, porque fácilmente evidencia los procesos, actores, funciones, responsabilidades y relaciones esenciales de quienes actúan en la misma.

**Componentes de la propuesta.** La propuesta se compone de tres componentes: los ambientes de formación, los actores intelectuales y los recursos didácticos.

- a. Ambientes de formación. Son aquellos espacios o escenarios en los que diversos factores, (objetivos y subjetivos) influyen en el proceso de formación, los cuales apuntan hacia una diversidad en el mismo ambiente, una objetividad y responsabilidad compartida. La presente propuesta presenta la planificación de las actividades experimentales en diversos tipos de ambientes de formación:

Laboratorio Didáctico de Física Curricular (LDFC): Es aquel tipo de actividad didáctica educativa con el propósito de contribuir a la formación de competencias básicas experimentales a través del cumplimiento de un programa disciplinar.

Laboratorio Didáctico de Física de Profundización (LDFP): Son las actividades complementarias al programa del curso que tiene como propósito afianzar algún o algunos aspectos tratados en el Laboratorios Didáctico Curricular y son programados en días y horarios independientes, fuera de los espacios planificados a los Laboratorios Curriculares.

Laboratorio Didáctico de Física Demostrativo (LDFD): Es una actividad docente que tiene como propósito contribuir a la motivación de los estudiantes a explorar una u otras variantes en experimentación de un problema o fenómeno planteado. Se desarrolla ante

la presencia de un gran número de estudiantes con el propósito de mostrarles algún procedimiento, técnica o la concordancia entre la teoría y la práctica.

Laboratorio Didáctico de Física Exploratorio (LDFE): Es aquel tipo de actividad didáctica educativa donde el estudiante indaga sobre un tema en particular, usando como pretexto una situación particular que genere un ambiente propicio para apropiarse una teoría.

Laboratorio Didáctico de Física Libre (LDFL): Es el tipo de actividad didáctica educativa que tiene como propósito, con la tutoría de un docente o grupo de ellos, la validación o puesta en práctica por parte de los alumnos de un diseño experimental sin que medie un tema o aspectos tratados en el currículo de la disciplina. Son aspectos de las prácticas que los estudiantes o profesores deciden llevar a cabo para verificar o desmentir una hipótesis, consolidar conceptos o afianzar o profundizar en un tema específico de la teoría.

- b. Actores intelectuales. Los actores intelectuales del proceso de formación son todas y cada una de las personas que intervienen de una manera sistémica en el proceso de formación del estudiante de ingeniería, estos son: el personal docente, los estudiantes y el personal administrativo.
- c. Recursos didácticos. Dado que el objetivo central es la formación de competencias y no la realización de un número determinado de prácticas, como se está siguiendo en el método tradicional; es necesario un número de prácticas que garanticen los niveles óptimos de las competencias propuestas en cada nivel.

**Operatividad de la propuesta.** Para monitorear el proceso de enseñanza-aprendizaje, se incluye dentro del estudio, cinco momentos:

Momento 1. Contextualización. El estudiante prepara la experiencia a llevar a cabo en el laboratorio, con algunas consideraciones, reflexiones y posibles soluciones a problemas identificados, con el fin de compartir con sus compañeros y el docente sus respuestas.

Momento 2. Desarrollo temático del bloque. Desarrollo del material sugerido por el docente, los estudiantes se reúnen en grupos de 3 o 4 personas, desarrollan la práctica, realizan mediciones y obtienen toda la información que necesitan para el análisis posterior. Finalmente hacen entrega de un informe escrito al final de realizar la práctica, con su respectivo análisis, al docente, quien retroalimenta cada informe, y para después los estudiantes realizan y socializan el Bloque Temático.

Momento 3. Socialización del bloque temático. Una vez terminado el bloque temático los estudiantes presentan una ponencia oral, mostrando las aplicaciones de la temática vista a su formación profesional y proyecto de vida, a todos los demás compañeros del curso, buscando con esto poner una puesta en común de los diferentes

puntos de vista de cada grupo, sus dificultades, alcances obtenidos y posibilidades que se pueden resolver con el tema visto.

Momento 4. Valoración y evaluación del proceso. Existen tres tipos de evaluación en el desarrollo de prácticas en laboratorios de física. La heteroevaluación, donde el docente aplica un examen escrito, y asigna una valoración o puntuación a cada estudiante también dependiendo de su accionar durante las prácticas. La coevaluación, que corresponde a la valoración que los estudiantes realizan a sus compañeros. La autoevaluación, que asigna una evaluación personal para cada estudiante, sobre su desempeño en las prácticas.

Momento 5. Superación y profundización del accionar experimental. La superación se hace presente cuando el estudiante no ha alcanzado los desempeños mínimos propuestos en el bloque, por diversas causas, como son: inasistencias a las experiencias, toma de datos inadecuada siendo necesario repetir la experiencia, dificultad en la comprensión de los temas propuestos entre otros. La profundización es una actividad libre y espontánea del estudiante, quien desea ahondar en la temática abordada.

**Metodología de investigación. Diseño experimental.** Se tomaron dos grupos uno de control que seguía el método tradicional y el grupo experimental que utilizaba la propuesta pedagógica basada en competencias.

La muestra se calculó considerando que la población y asignación de los estudiantes es de carácter aleatorio. La ecuación utilizada se presenta a continuación:

$$n' = \frac{S^2}{V^2}$$

$$S^2 = p(1 - p)$$

$$n = \frac{n'}{1 + \frac{n'}{N}}$$

Para la determinación del error cometido en la selección del tamaño de la muestra se aplicó la técnica de muestreo en poblaciones finitas. Conocidas la desviación estándar (s), el total de la población (N) y el tamaño ( n ) de la muestra y utilizando la distribución t de Student, se aplica la ecuación que se describe a continuación:

$$\text{Error} = t_{\alpha/2, n-1} * s / (n)^{1/2} * [ ( N-n)/(N-1)]^{1/2}$$

Donde: Tamaño de la población: N = 400

Tamaño de la muestra: n = 67

Media de la muestra: xm = 0,513

Desviación estándar muestral: s = 0,223

Los valores que delimitan un área del 95% en una t de Student con 66 grados de libertad y el valor de la media de la muestra de 0,513 es de ± 0,695

**Validación de la propuesta.** Previamente se desarrollaron dos pruebas piloto, analizando con pruebas de pares la propuesta pedagógica y el material de apoyo, ajustando y validando los materiales y procesos de la propuesta.

**Hipótesis:** El nivel de las competencias básicas para el trabajo experimental propuestas en el nivel I de los Laboratorios Didácticos de Física para la facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Colombia, es aumentado con la propuesta pedagógica basada en competencias.

**Aplicación final de la propuesta.** Una vez validada la propuesta se procedió a aplicarla durante un semestre para los estudiantes de ingeniería que cursaban Mecánica de la partícula, haciendo un seguimiento de las actividades llevadas a cabo por cada grupo del diseño experimental registrando y procesando la información mediante la utilización de software (Minitab, Ms Excel y Ms Access).

**Resultados.** Inicialmente se analiza de manera general las proporciones de respuestas correctas arrojadas por los estudiantes de ambos grupos, experimental y de control.

Tabla 2. Totales de respuestas correctas obtenidos por los grupos en las temáticas de medición y proporcionalidad.

Control	Experimental	Control	Experimental
MEDICION	MEDICION	PROPORCIONALIDAD	PROPORCIONALIDAD
48	<b>98</b>	99	<b>118</b>

Para comparar el desempeño de los estudiantes en cada propuesta pedagógica, fue necesario identificar los niveles alcanzados para cada componente de cada competencia.

COMPONENTE	INSTRUMENTO	INDICADOR	CONTROL	EXPERIMENTAL
COGNITIVO	Cuestionario Escrito.	Mediciones directas Tipos de proporcionalidad	Guía de cátedra Orientaciones verbales	Guía de cátedra Material orientativo
PROCEDIMENTAL	Cuestionario Escrito. Informes escritos.	Informes escritos Carpeta de informes	Un informes escritos por grupo.	Informes escritos Grupal e ndividual.
SOCIO AFECTIVO.	Socialización.	Asistencia Puntualidad. Trabajo en equipo	Asistencia Puntualidad. Trabajo en equipo	Asistencia Puntualidad. Trabajo en equipo

Tabla 3. Instrumentos e indicadores utilizados para determinar niveles de competencia alcanzados por cada uno de los grupos.

Una vez se analizó la confiabilidad y significación de cada grupo de preguntas se aplicó la estadística a los resultados de los valores medios obtenidos por los estudiantes en la prueba escrita del cuestionario, y se efectuó una prueba de contrastación de la hipótesis del presente trabajo utilizando la distribución de la t de Student para la diferencia de los valores medios de dos muestras utilizando el paquete estadístico Minitab 1.4, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 4. Resultados de la prueba estadística aplicada a los valores medios

Grupo	n	Valor medio	Desviación estándar	Error estándar	
Control	67	0,437	0,130	0,016	
experimental	67	0,513	0,223	0,027	
Diferencia de los valores medios	Desviación estándar de la diferencia	Intervalo de confianza con el 95%		Valor de t	Valor P
-0,075	0,182	(-0,138; -0,013)		-2,40	0,018

Se obtuvieron los resultados con base en una prueba de diferencia de medias, suponiendo igual varianza para los dos grupos, y se obtuvo un valor-p inferior a 0.05, al igual que una diferencia de los valores medios de 0,075, lo que indica que no hay evidencia suficiente para afirmar una igualdad en los niveles de aprendizaje alcanzados en ambos grupos. Se puede decir que las respuestas dadas al cuestionario, por los estudiantes del grupo experimental fue superior a las del grupo de control, mostrando



ventajas por parte de los estudiantes del grupo experimental en los aspectos cognitivos y procedimentales. Además, al analizar los otros indicadores anteriormente expuestos; parte de esta ventaja se debe a las demás actividades de aprendizaje desarrolladas por la propuesta pedagógica frente a la seguida por el método tradicional.

“Por lo tanto, la propuesta pedagógica didáctica es viable, ya que, aumentó el nivel de las competencias de los estudiantes que cursaron el Nivel I de física experimental”.

### Conclusiones

- La aplicación de una estrategia basada en competencias en los laboratorios de física muestra las ventajas mostradas en los desempeños de los estudiantes frente al modelo tradicional, contribuyendo a su proceso de formación de manera integral.
- La estrategia pedagógica basada en competencias sirve de modelo para que sea utilizado por otras disciplinas de carácter experimental, ya que, tiene en cuenta al estudiante en interacción con el objeto del conocimiento, sus reestructuraciones de carácter cognitivo experimentadas a medida que avanza en los procesos de enseñanza aprendizaje.
- El laboratorio de física es el escenario propicio para afianzar las competencias básicas en los estudiantes de las carreras de ingeniería en lo referente a lo cognitivo, procedimental y afectivo.

### Aportes al presente proyecto

ESTRUCTURA DEL CONTENIDO DEL ARTÍCULO	APORTE AL PRESENTE PROYECTO
<p><b>Objetivo:</b> Desarrollar, analizar y concluir estadísticamente un modelo pedagógico en ambientes de aprendizaje o laboratorio didáctico de física.</p> <p><b>Escenario de aplicación:</b> Estudiantes de ingeniería del ciclo de ciencias básicas, (física).</p> <p><b>Metodología del experimento:</b> Se tomaron dos grupos un de control que seguía el método tradicional y el grupo experimental que utilizaba la propuesta pedagógica basada en competencias. Se desarrollan dos pruebas piloto, analizando con pruebas de pares la propuesta pedagógica y el material de apoyo, ajustando y validando los materiales y procesos de la propuesta.</p>	<p>El presente artículo expone una herramienta valiosa para la evaluación del desempeño, y es la determinación de los niveles de cada una de las competencias identificadas a evaluar en el desarrollo de la clase. El presente proyecto pretende relacionar el desarrollo del experimento con un análisis cualitativo, identificando desde la observación directa los niveles alcanzados de las competencias definidas.</p> <p>La metodología es similar a como la proponen los autores, (comparación de metodología pedagógica tradicional y metodología de enseñanza activa). Con grupos experimental y de control, y una evaluación cuantitativa para determinar las comparaciones estadísticas respectivas.</p>

<p><b>Instrumento de evaluación:</b> Heteroevaluación y coevaluación en cada uno de los laboratorios didácticos de Física.</p> <p><b>Método de análisis utilizado:</b> Para comparar el desempeño de los estudiantes en cada propuesta pedagógica, fue necesario identificar los niveles alcanzados para cada componente de cada competencia.</p> <p>Esta evaluación del desempeño se estableció luego de la realización de entrevistas de los autores a los estudiantes y docente implicados en el experimento.</p> <p>Prueba estadística a los resultados de los valores medios obtenidos por los estudiantes en la prueba escrita del cuestionario, y se efectuó una prueba de contrastación de la hipótesis del presente trabajo utilizando la distribución de la t de Student para la diferencia de los valores medios de dos muestras utilizando un paquete estadístico.</p>	
--	--

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1. UNA MIRADA GENERAL AL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Actualmente, las Instituciones de Educación Superior se han preocupado por plantear soluciones a diferentes problemáticas identificadas dentro de los modelos pedagógicos orientados por sus docentes. En una sociedad que vive constantes cambios y de manera veloz, se reconoce la necesidad de articular la formación integral de un Ingeniero Industrial con las necesidades expuestas por el sector empresarial, de acuerdo con cada una de las áreas de su competencia.

La Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería, ASIBEI, establece en sus estudios de diseño curricular para el siglo XXI, que *“El compromiso de aprendizaje permanente obliga a definir nuevas fronteras y compromisos para los distintos ciclos de formación y acepta que el papel complementario de la empresa en la formación de los ingenieros exige la identificación de nuevas condiciones, estrategias y mecanismos de relación entre los programas curriculares y el sector externo”*<sup>1</sup>. Se identifica la necesidad de articular a las empresas como parte directa del proceso de formación de los ingenieros, propiciando la información suficiente y en tiempo real en su desempeño integral profesional.

Así mismo, el gobierno nacional, a través de las entidades correspondientes al sector educativo, está generando estrategias de mejora en función de la articulación de los profesionales de manera pertinente a la realidad laboral actual. El Ministerio de Educación Nacional, en el planteamiento de sus objetivos misionales, busca *“Mejorar la calidad de la educación, en todos los niveles, mediante el fortalecimiento del desarrollo de competencias, el Sistema de Evaluación y el Sistema de Aseguramiento de la Calidad”*, como también *“Educar con pertinencia e incorporar innovación para una sociedad más competitiva”*<sup>2</sup>. Diseñar y ejecutar estrategias de Aseguramiento de la Calidad en la Educación Superior involucra la articulación de estudios correspondientes a las estrategias de formación que actualmente cada Institución Educativa en este sector está promoviendo. Ello también incluye el análisis de las metodologías de enseñanza que conllevan a una formación de calidad del profesional colombiano actual.

Desde hace más de una década, los diversos entes pertenecientes al campo académico, nacional, en especial el de Educación Superior, han detectado una necesidad latente de proponer nuevas estrategias pedagógicas en pro de una formación integral del profesional colombiano. La Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, (ACOFI), en conjunto con el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, (ICFES),

---

<sup>1</sup> ASOCIACIÓN DE INSTITUCIONES IBEROAMERICANAS DE ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA. Aspectos básicos del diseño curricular en Ingeniería: Caso Iberoamericano. 2007.

<sup>2</sup> MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Recuperado el 20 de Diciembre de 2011, de <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-85244.html>

han determinado una serie de objetivos enmarcados en un estudio de evaluación de sistemas curriculares de las facultades de ingeniería a nivel nacional, y para el caso particular en Ingeniería Industrial, han establecido “*Determinar las necesidades de reestructuración, vigencia y validez de los perfiles, planes de estudio y demás aspectos curriculares del programa de Ingeniería Industrial, que le permitan a la Universidad ser una institución más competitiva en la formación de sus ingenieros*”<sup>3</sup>. (ACOFI, 1996) Dentro de ese proceso de formación integral, se encuentran altamente relacionadas las estrategias diseñadas en lo que respecta a las metodologías pedagógicas empleadas por los docentes quienes forman a dichos profesionales, en búsqueda de mejorar el proceso enseñanza – aprendizaje.

Estas Instituciones se han preocupado por elaborar en consenso una propuesta para la actualización del currículo de la Ingeniería Industrial en Colombia, hacia la búsqueda de la calidad y de la excelencia de la educación en esta disciplina, basada o sustentada en un esquema curricular **sistémico y flexible**, con un enfoque humanista e investigativo, que trascienda lo ocupacional, con una concepción orgánica del saber y llevada a cabo con metodologías que propendan más por formar que por informar, que motive la participación del alumno para que descubra y aprenda con una orientación profesional de contextualización universal, a tono con los avances de la ciencia y la tecnología en un mundo de competencia global y cambio inexorable<sup>4</sup>.

Actualmente, las facultades están orientando la formación del profesional en Ingeniería Industrial hacia una *formación basada en competencias*, en donde se busca formar a un profesional idóneo, que integre competencias tanto del Saber Conocer, como el Saber Hacer y el Saber Ser en contexto; pero expertos en el tema hacen énfasis en la necesidad de profundizar en la implementación de nuevas metodologías que orienten hacia esta formación idónea. “*Faltan metodologías que orienten a los maestros en cómo diseñar el currículo por competencias, teniendo como base el saber acumulado, la experiencia docente y los nuevos paradigmas, (...)*”<sup>5</sup>. Se puede concluir entonces que hace falta profundizar en la generación de nuevas estrategias pedagógicas que orienten al docente hacia la formación del estudiante de ingeniería, que integre el Saber conocer y el Saber hacer, de manera que le permita generar un aprendizaje significativo, a través de la creación de espacios donde pueda aprender y aprehender el conocimiento.

---

<sup>3</sup> ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE FACULTADES DE INGENIERÍA, ACOFI. Actualización y modernización del currículo de Ingeniería Industrial. Documento final. Bogotá, 1996.

<sup>4</sup> ACOFI, ICFES. ACTUALIZACIÓN Y MODERNIZACIÓN DEL CURRÍCULO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL. Bogotá: Opciones Gráficas Editores LTDA, 1996.

<sup>5</sup> TOBÓN, Sergio. Competencias, Calidad y Educación Superior. Bogotá, ECOE Ediciones, 2005.

Necesariamente se plantea la apropiación de una estrategia de evaluación de las metodologías que actualmente se instruyen en las Instituciones de Educación Superior en el país, ya que con la evolución de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs), se hace necesario iniciar nuevos espacios de re-educación, en donde se puedan incorporar en los espacios de formación estas nuevas tecnologías. Además se hace importante identificar el perfil del estudiante que ingresa a la universidad, que hoy en día es un nuevo perfil, con una nuevas condiciones sociales, y que exige una nueva estrategia de formación profesional. Para ello están llamados todos los programas de formación de las Instituciones de Educación Superior, a replantear sus sistemas curriculares, buscando el desarrollo de estrategias pertinentes con las necesidades tanto de los estudiantes como del entorno social y económico actual.

### **3.2. EL PANORAMA DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA**

El Ingeniero Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira<sup>6</sup>, es una persona competente para:

- Liderar, administrar, controlar y gestionar toda clase de organizaciones del sector público o privado, bajo los más estrictos principios de la ética, la moral y la responsabilidad social.
- Participar en grupos inter y transdisciplinarios dentro del contexto local, nacional e internacional, comprometido con el desarrollo del país.
- Aplicar soluciones a problemas complejos, empleando herramientas y métodos de optimización en la búsqueda del mejoramiento de la productividad, la calidad y la competitividad.
- Investigar, innovar y desarrollar procesos para la producción y distribución de bienes o prestación de servicios en toda clase de organizaciones, buscando los más altos rendimientos económicos, financieros y de impacto social.
- Perfilar su profesión hacia niveles superiores de formación

Actualmente, se ha implementado un conjunto de estrategias entorno a un rediseño curricular, el cual se enfoca desde la Formación por Competencias; entendiéndose este término como: *“La combinación dinámica de atributos y saberes, que describe los resultados del proceso de aprendizaje y enseñanza de manera individual o colectiva, que habilita al Ingeniero Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira para crear, transformar y resolver de manera eficaz y autónoma, situaciones de la vida en un mundo complejo, cambiante y competitivo”*.

---

<sup>6</sup>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA. Perfil de Formación del Ingeniero Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira. Disponible en: <http://industrial.utp.edu.co/ingenieria-industrial/perfil-de-formacion.html>. Consultado el 29 de marzo de 2012.

El proceso de rediseño curricular con base en las estrategias de formación por competencias viene ligado a la propuesta del doctor Sergio Tobón; en donde se conciben las estrategias de formación por competencias desde el pensamiento complejo, identificándolas como *procesos de desempeño integrales y dinámicos*<sup>7</sup>.

### **3.2.1. La metodología seguida en el Grupo en la Enseñanza de la Investigación de Operaciones, GEIO.**

Dada la necesidad expresada en el ítem anterior, dentro de la facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira, se pone a prueba un equipo de investigación dedicado al diseño, ajuste, implementación y difusión de una práctica pedagógica que hace uso de la lúdica para enseñar conceptos fundamentales de esta profesión, y aún más allá, promueve escenarios (micromundos) lúdicos en donde el estudiante en formación puede desarrollar una gran variedad de habilidades y competencias, necesarias para su excelente desempeño profesional.

Imagen No. 1. Desarrollo de una actividad lúdica del grupo GEIO.



Fuente: Grupo en la Enseñanza de la Investigación de Operaciones, GEIO. Universidad Tecnológica de Pereira.

En la lúdica se pueden representar sistemas reales que hacen que se puedan asociar más fácilmente los conceptos teóricos a situaciones prácticas, esta experiencia hace que

---

<sup>7</sup> TOBÓN, Sergio. Formación basada en competencias. Pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica. Bogotá: ECOE Ediciones, 2006.

se genere un aprendizaje profundo o significativo gracias a la interacción del participante con estos dos aspectos, generando en él asociaciones mentales duraderas que se pueden extrapolar al desempeño diario de la persona<sup>8</sup>. Estos escenarios recreados dejan ver los errores y corregirlos a lo largo de su desarrollo, permitiendo cambiar la idea de que “la teoría se debe llevar a la práctica, porque la teoría se construye a través de la práctica”<sup>9</sup>

La Lúdica como un proceso debidamente orientado, permite que el participante active los sentidos para adquirir nuevos modelos mentales, además de ser una experiencia innovadora que hace que el proceso se disfrute más que los procesos tradicionales de enseñanza.

El juego es ensayo, aprendizaje y aculturación. Los juegos utilizados en GEIO reflejan e imitan la vida diaria y laboral: la producción industrial, el comercio, los conflictos de intereses, la historia, el consumo de los recursos renovables y no renovables, las relaciones laborales, el clima organizacional, la vida en la ciudad, entre otros; tal y como lo hacen los niños al imitar a sus padres y su vida diaria. En GEIO se identifica el juego como la participación íntima y dinámica del ser humano en su mundo.

### **3.2.2. Una relación del contexto del planteamiento del problema con la revisión bibliográfica**

De acuerdo con lo expuesto en la contextualización del problema, para la facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira, se hace necesaria la aplicación de un experimento adecuado que permita comparar la implementación de dos tipos de metodologías de enseñanza-aprendizaje, con respecto al impacto en el rendimiento académico de los estudiantes del pregrado de este mismo programa. Es importante identificar si la metodología seguida por los docentes actualmente es la más indicada, o si requiere de algún complemento que otro tipo de metodología lo pudiese ofrecer.

Para fines de la presente investigación, se decide acudir al área de Investigación Operativa y Estadística, en especial a la técnica de Diseño Experimental, para poder establecer una adecuada planeación, organización, desarrollo y evaluación de un experimento que permita identificar y comparar el impacto de dos tipos de metodologías

---

<sup>8</sup> Falieres, Marcela. Cómo mejorar el aprendizaje en el aula y poder evaluarlo. . Editora Cultural Interamericana, 2006. 375 p.

<sup>9</sup> ECHEVERRY, Erika y BENITEZ, Yuly Andrea. Uso de la metodología constructivista en el desarrollo de un curso de habilidades comunicativas en la organización. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. 2009. 168 p.

de enseñanza en el aprendizaje del estudiante de Ingeniería Industrial, para una asignatura en particular.

En relación con los artículos científicos analizados a nivel internacional y nacional, se puede concluir que la mayoría de autores interesados en comprobar el impacto que diversas metodologías de enseñanza-aprendizaje generan en los participantes de determinados experimentos, convergen a un estudio estadístico, desde una adecuada planeación de un Diseño Experimental, que les permite identificar y validar estadísticamente este impacto. **Pocos investigadores han incluido la formación y evaluación por competencias como indicador importante en el mismo diseño experimental, por lo que motiva a la realización del presente proyecto, incluyendo un valor agregado de la evaluación por competencias.**

### 3.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Dadas las condiciones expuestas en el planteamiento del problema, surge la siguiente pregunta objeto de la presente investigación:

**¿El uso de dos metodologías de enseñanza para la formación de las competencias en una asignatura del pregrado en Ingeniería Industrial realmente impacta estadísticamente en el rendimiento académico de sus estudiantes?**

De esta pregunta general, se desprenden las siguientes inquietudes, objeto de investigación, y que componen los objetivos específicos, de manera sistemática:

- ¿Cuáles son los factores, niveles y variable de respuesta objeto del estudio? ¿Qué tipo de diseño experimental corresponde el estudio? ¿Qué tipo de efectos?
- ¿Cómo se describe la metodología de formación por competencias en la población objeto de estudio?
- ¿Cómo diseñar un instrumento de evaluación por competencias de tal forma que permita recolectar información cuantitativa acerca del desempeño de los estudiantes objeto de estudio? ¿Es válido el instrumento de evaluación por competencias?
- ¿Existe diferencia estadísticamente significativa entre las dos metodologías de enseñanza, objeto de estudio? ¿Existe algún tipo de interacción entre los factores identificados en el experimento (rendimiento académico, docente y metodología)?
- ¿Cuál es la percepción de los estudiantes objeto de estudio sobre el aprendizaje obtenido con la metodología seguida por el docente? ¿Para el estudiante tiene impacto en su aprendizaje el manejo de un tipo de metodología de enseñanza determinado?



#### **4. JUSTIFICACIÓN**

El presente proyecto de investigación pretende generar resultados orientados hacia la evaluación estadística de dos tipos de metodología implementados actualmente en el pregrado de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira. Con la ejecución de este proyecto, se procura identificar los factores que impactan directamente en el rendimiento académico del estudiante de este programa, estableciendo un análisis concreto desde una de las asignaturas, pero con miras a ejecutar esta estrategia de evaluación y validación estadística en donde se puedan establecer comparaciones de la metodología de enseñanza activa y la tradicional.

La identificación del escenario en donde se pretende desarrollar el experimento cobra vital importancia, ya que desde un análisis de las competencias que se pueden desarrollar en las actividades lúdicas que propone el Grupo en la Enseñanza de la Investigación de Operaciones, (GEIO), se establecen los criterios por los cuales una determinada asignatura puede ser estudiada con dos tipos de metodología de enseñanza: tradicional y basado en actividades lúdicas.

Desde el Diseño Experimental, se analizará de manera detallada el sistema de factores y variables directas e indirectas que intervienen en el proceso de aprendizaje y de formación por competencias, identificando una específica para el caso particular, pero con el objetivo de determinar una estrategia de evaluación por competencias de manera que pueda ser aplicada en otras áreas de la Ingeniería Industrial.

La revisión bibliográfica elaborada para el presente proyecto, no evidencia una buena cantidad de investigaciones realizadas en el tema central del mismo, por lo cual, el valor agregado corresponderá a la determinación de una estrategia de evaluación por competencias para identificar los factores que impactan el rendimiento académico de los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira.

## 5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 5.1. GENERAL:

Validar, a través del Diseño de Experimentos, el impacto que generan dos metodologías de enseñanza, una basada en la clase tradicional y otra basada en actividades lúdicas, en el desarrollo de competencias específicas del pregrado en Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira.

### 5.2. ESPECÍFICOS:

- Desarrollar la planeación extensiva del Diseño Experimental, con pruebas pre y post, grupo experimental y de control, identificando elementos relacionados con variable de respuesta, tipo de tratamiento, hipótesis a probar y demás factores que intervienen en el proceso de formación de competencias específicas en una asignatura del programa de Ingeniería Industrial.
- Describir la metodología de formación por competencias implementada al interior del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira.
- Diseñar y validar un instrumento de evaluación por competencias que permita recolectar información cuantitativa acerca de las temáticas planteadas en el objetivo principal.
- Elaborar, a través del Diseño de Experimentos, un análisis estadístico para la comparación de dos metodologías de enseñanza para el estudiante de una asignatura del programa en Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira.
- Apoyar los resultados obtenidos del Diseño Experimental con un análisis cualitativo de las percepciones de los participantes del experimento.

## 6. TEMARIO DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se ha desarrollado en relación en las siguientes etapas:

ETAPA I: Planeación extensiva del Diseño Experimental. Inicialmente se pretende desarrollar todo un plan de ejecución del experimento que permita identificar todos los factores que intervendrán en el proceso de enseñanza de una asignatura del programa en Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira. Factores como docente, metodología de enseñanza, ubicación, perfil del estudiante, horario, entre otros, serán objeto de análisis en esta etapa, al igual que la identificación de variable de respuesta

ETAPA II: Descripción de la metodología de formación basada en competencias desarrollada al interior del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira. Escogencia de la asignatura para desarrollar el experimento, con su plan de contenido basado en las estrategias de formación por competencias. Además se pretende generar un espacio de contextualización con el docente quien colaborará con el desarrollo del experimento.

ETAPA III: Determinación de metodología de enseñanza basada en estrategias tradicionales y selección de las actividades lúdicas que servirán de apoyo para el grupo experimental.

ETAPA IV: Diseño y validación de un instrumento de evaluación por competencias. Para este caso, inicialmente se acude a una revisión de expertos en este tema, con el fin de ubicar algún punto de referencia para la construcción del instrumento.

ETAPA V: Ejecución del experimento. Trabajo de campo. Recolección de la información necesaria para el experimento en los salones de clase, correspondientes a la planeación del mismo.

ETAPA VI: Análisis cuantitativo del Diseño Experimental. Identificar métodos estadísticos de comparación de los tratamientos asignados y generar el análisis y conclusiones correspondientes.

ETAPA VII: Análisis cualitativo del experimento. Adicionalmente se recogerá información cualitativa del trabajo de campo para complementar los resultados obtenidos en la etapa anterior.

ETAPA VIII: Generación de resultados, discusiones y conclusiones finales del proyecto.

## 7. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

El presente proyecto incluye un proceso de recolección de información en el aula de clases, particularmente en la asignatura seleccionada para el análisis del experimento, en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira. Se empleó un procedimiento de Evaluación por Competencias, diseñado y validado previamente. Esta corresponde a la fuente de información primaria, ya que de acuerdo con los estándares definidos en esta evaluación, se obtuvo una calificación cuantitativa correspondiente a la variable de respuesta necesaria para el presente estudio.

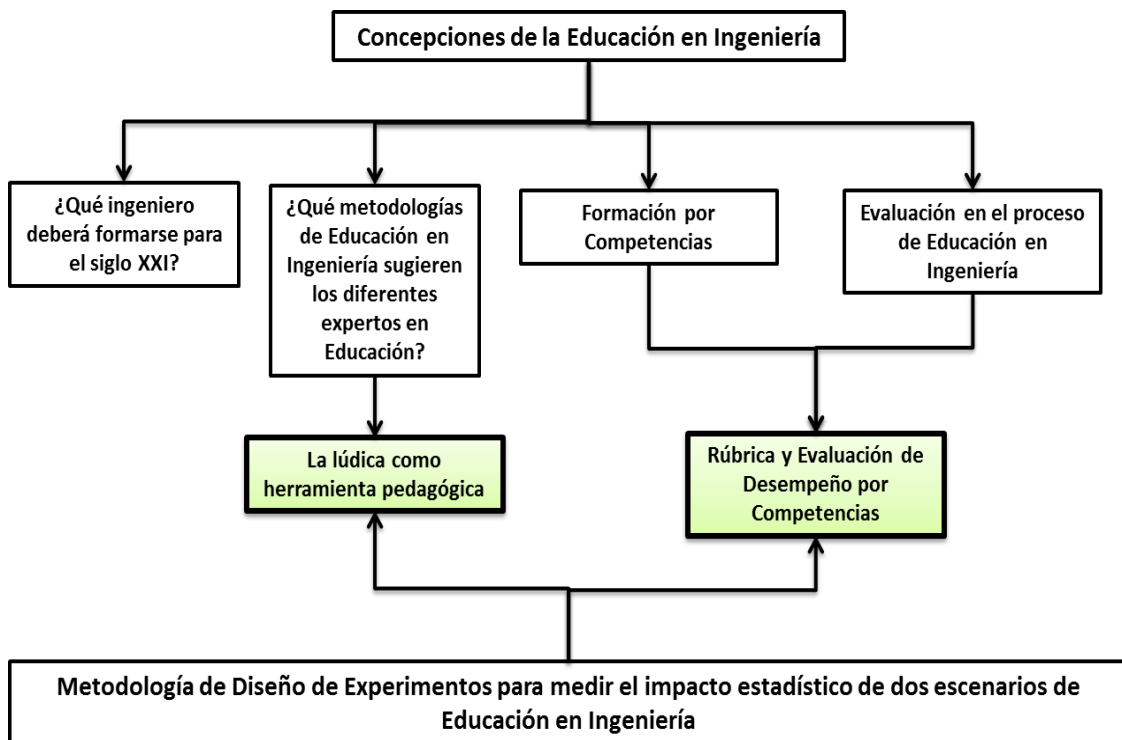
Posteriormente, se acudió a un proceso de análisis cualitativo, en donde se identificó una serie de percepciones de los estudiantes acerca del experimento. Con lo anterior se pretendió generar información de carácter cualitativa para complementar el análisis estadístico a través del Diseño de Experimentos.

En síntesis este proyecto corresponde a un tipo de investigación aplicada y de carácter exploratoria, ya que se encuentran pocos aportes bibliográficos sobre la evaluación por competencias y validada desde el Diseño de Experimentos, y pretende determinar un alcance de evaluación preliminar, explorando las variables que describen el problema.

## 8. MARCO REFERENCIAL

El estudio de diferentes perspectivas, desarrollos y modelos teóricos que han sido aplicados al contexto del problema planteado en la presente investigación, se ilustran de manera sistemática, de acuerdo con el siguiente diagrama resumen:

Diagrama No. 1 Esquema del marco referencia



Fuente: El autor

De acuerdo con la pregunta de investigación, se establece un análisis clave dentro de este marco, en tres aspectos diferentes: un aspecto inicial hacia las concepciones de la Educación en Ingeniería para el presente siglo, en donde se debe argumentar la importancia de esta investigación en el sentido de la necesidad de articular diferentes perspectivas teóricas relacionadas con las prácticas pedagógicas en los diferentes sistemas educativos para Ingeniería; un segundo elemento es la importancia de la aplicación de modelos de formación por competencias y sus implicaciones en el desempeño de los estudiantes de Ingeniería; y por último un aspecto relacionado con la evaluación en el proceso de formación del profesional en mención, vinculando la importancia de investigar sobre la aplicación de la Metodología de Diseño Experimental

para apropiarse un análisis estadístico riguroso en el campo educativo y poder estudiar el impacto de diferentes escenarios educativos en el desempeño del estudiante en formación.

## **8.1. MARCO TEÓRICO**

Se desprende en este apartado una serie de disposiciones teóricas sobre los tres ejes fundamentales que persigue este proyecto: Los procesos de enseñanza-aprendizaje, en especial en el campo de la Ingeniería; los métodos de evaluación de desempeño por competencias, a su vez el proceso de formación por competencias como necesidad sentida frente a las estrategias de formación integral expuestas por diferentes teóricos y expertos en el tema, como también el Diseño de Experimentos como herramienta estadística de análisis y aplicada en diferentes contextos.

### **8.1.1. Concepciones de la Educación en Ingeniería**

El Ministerio de Educación Nacional desarrolla diferentes programas para el seguimiento de las condiciones de calidad de la Educación Superior. Uno de estos programas se denomina Pertinencia para la Innovación y la Competitividad, el cual "*Propicia, en las Instituciones de educación superior, condiciones para generar más y mejor investigación, fortalecimiento del capital humano y desarrollo del país*"<sup>10</sup>. Como actividades estratégicas, propone el fortalecimiento de la capacidad investigativa de las Instituciones de Educación Superior, el fortalecimiento de la oferta y la calidad de programas de maestría y doctorado, la cooperación técnica e intercambio tecno-científico, el incremento del recurso altamente calificado y el fomento de la relación Universidad-Empresa-Estado; con el fin de orientar una articulación de los tres ejes educativos principales previamente definidos Investigación, Capital Humano y Desarrollo.

Recorriendo el campo de la Educación Superior, en especial el de la Ingeniería, la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, ACOFI, se ha preocupado por orientar y difundir diferentes estudios que analizan la relevancia del campo de la Educación en Ingeniería, el impacto que éstas tienen sobre los estudiantes en formación. Uno de estos estudios hace referencia a una mirada en la formación en ingeniería en donde se cuestiona la evolución de las estrategias pedagógicas hacia el incremento del uso de las Tecnologías en el campo académico y cómo el docente debe responder, desde sus competencias, a esta evolución.

---

<sup>10</sup> MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Disponible en: <http://www.mineducacion.gov.co/1621/w3-article-307862.html>. Actualizado 22 de junio de 2012.

En términos de investigación en el campo de la Educación en Ingeniería, ACOFI propone la vinculación de estudios que demuestren un enfoque práctico, cambiar el de investigación en ingeniería a la implementación de estrategias. Se deben compartir las mejores prácticas y emular iniciativas exitosas como “The Learning Factory”<sup>11</sup> y proyectos que vincule la participación activa del estudiante desde sus inicios en la disciplina.

En la evolución hacia la utilización de nuevas tecnologías para mejorar la calidad de vida del ser humano, la educación ha tenido que buscar y acelerar su proceso de transformación. Inicialmente en los países desarrollados y posteriormente en los países en desarrollo, la tecnología se ha convertido en un elemento de consumo, al alcance de la gran mayoría de personas que da por sentado su existencia, no valora la complejidad detrás de la facilidad de uso y termina siendo invisible<sup>12</sup>.

La transformación hacia las concepciones de la Educación en Ingeniería están cambiando, haciendo que el estudiante cada vez presente mayores retos de enseñanza al profesor, para lograr un proceso de aprendizaje idóneo y articulado con las necesidades del entorno laboral actual, y de tal forma que sus estilos de aprendizaje y comprensión sean fortalecidos y desarrollados a cabalidad. En este sentido, surge la necesidad de exponer teóricamente las premisas, reflexiones y observaciones de diferentes autores que a continuación se relatarán, de acuerdo con lo dicho.

#### 8.1.1.1. ¿Qué ingeniero deberá formarse para el siglo XXI?

De acuerdo con los nuevos retos en Educación en Ingeniería que el mundo y la sociedad proponen para el presente siglo, se vincula el análisis del estudio de la Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería, en donde definen qué tipo de competencias deben poseer los profesionales en ingeniería:

- Capacidad de desarrollar proyectos de investigación; diseñar y realizar experimentos;
- Aplicar los conocimientos de las ciencias naturales, de las matemáticas y ciencias de la ingeniería; control, operación y mantenimiento de procesos, obras, servicios técnicos y equipos que se involucren en la cadena productiva a la que se vinculan.
- Habilidad para asumir responsabilidades profesionales, éticas y su incidencia en la sociedad.

Se observa que para el análisis en ciencias complementarias, Colombia designa tres áreas pertinentes: interdisciplinaria, dentro de la que se encuentra la parte económico administrativa y la socio-humanística. Comprende entonces estas áreas, más la ingeniería

---

<sup>11</sup> GARCÍA, Fernando. Una mirada a la formación en Ingeniería en el contexto internacional. En: Plan estratégico 2013-2020, Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería. 2012, pag 12.

<sup>12</sup> Íbid, p 3.

aplicada, las ciencias básicas y las de ingeniería, los cuatro pilares fundamentales en los que se centra la formación integral del ingeniero en nuestro país<sup>13</sup>.

La formación de los ingenieros y su posterior desempeño profesional deben reconocer la naturaleza dinámica y compleja de las exigencias del entorno y valorar la importancia de la cooperación, la movilidad y el flujo de productos y servicios. La formación de los ingenieros debe propiciar una forma de conocimiento que resulta esencial para el desarrollo, tanto local como regional y nacional. En cuanto a su proceso de formación específico, deben poseer competencias para diseñar, proyectar, conducir y evaluar experimentos como parte de actividades de innovación y desarrollo científico y tecnológico<sup>14</sup>. Esta concepción y reconocimiento de las competencias que debe poseer el ingeniero del siglo XXI se trasladan a cualquier disciplina de la ingeniería. Por lo tanto es importante analizar y articular estas definiciones y concepciones a los estudiantes en formación de la Ingeniería Industrial.

Especificándose en el campo de la Ingeniería Industrial, ACOFI ha descrito esta disciplina como aquella que ofrece profesionales que actúan en cualquier sistema formado por hombres, materiales, recursos financieros y equipos y aplicando la ciencia y la técnica, cambia el entorno en beneficio colectivo, con responsabilidad social<sup>15</sup>.

Así mismo, el Instituto Colombiano de Fomento a la Educación Superior, ICFES, afirma que la Ingeniería Industrial abarca el diseño, la mejora e instalación de sistemas integrados de hombre, materiales y equipo. Con sus conocimientos especializados y el dominio de las ciencias matemáticas, físicas y sociales, juntamente con los principios y métodos de diseño y análisis de ingeniería, permite predecir, especificar y evaluar los resultados a obtener de tales sistemas.

En términos generales, el ingeniero industrial reúne todas las características para estar formado y capacitado para:

- Diseñar, examinar y evaluar operaciones.
- Analizar y planificar recursos productivos, de acuerdo con sus respectivos modelos de producción.
- Elaborar, aplicar y validar modelos matemáticos en cualquiera de las áreas de su conocimiento.

---

<sup>13</sup> ASOCIACIÓN IBEROAMERICANA DE INSTITUCIONES DE ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA Op cit, ,p 39.

<sup>14</sup> Íbid, p 52.

<sup>15</sup> ACOFI, ICFES. Op cit, p 24.



- Solucionar problemas relacionados con su área de formación.
- Buscar permanentemente el mejoramiento de la calidad de vida del ser humano.

Por lo tanto, la Educación en Ingeniería tiene un panorama de amplia gama de retos frente a los cuales deberá ofrecer diferentes escenarios de formación a sus estudiantes para lograr una articulación hacia una formación profesional integral, idónea y humanística, que genere desarrollo competitivo en el ejercicio profesional de cada ingeniero. Este gama de retos están enfocados hacia ejes como las prácticas pedagógicas, en donde, con la evolución de la tecnología, los procesos de aprendizaje han tenido un giro hacia nuevas prácticas docentes.

#### 8.1.1.2. ¿Qué metodologías de educación en Ingeniería son las más adecuadas?

Con la implementación de nuevos modelos pedagógicos en diferentes disciplinas, el campo de la ingeniería no se ha quedado atrás, en muchas de las disciplinas de ingeniería se han logrado prácticas y experiencias innovadoras en el salón de clases, y muchas de ellas logradas a partir de la transferencia de estrategias desarrolladas en otras disciplinas. Sin embargo, según ACOFI, no existen evidencias contundentes que muestren realmente que estas innovaciones han tenido resultados positivos más lejos de la percepción de profesores y estudiantes, fácilmente explicables por razones diferentes a la eficacia de las estrategias novedosas propuestas<sup>16</sup>.

Es una necesidad latente desde diferentes autores sobre la vinculación de nuevas prácticas pedagógicas para fortalecer y cambiar los procesos de formación del educando. Esto tiene que ver con la transformación del proceso de aprendizaje, que natural y socialmente ha desarrollado el ser humano hoy en día.

“Las estrategias de enseñanza son medios o recursos para prestar la ayuda pedagógica ajustada a las necesidades de progreso de la actividad constructiva de los alumnos”<sup>17</sup>. El aprendizaje visto desde la ingeniería, ofrece un panorama actualizado con miras al crecimiento de sus nuevas articulaciones de la diferenciación en los procesos de aprendizaje, con ayuda y apoyo de diferentes prácticas pedagógicas. Si bien es cierto que las estrategias de enseñanza han evolucionado desde las ciencias sociales, se debe tener en cuenta que para su traslado hacia las ciencias naturales, existen diferentes apreciaciones, en cuanto a la formación del docente en esta área. En el caso particular de la enseñanza de la Ingeniería, el enfoque pedagógico debe girar, según Duque (2008),

<sup>16</sup> ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE FACULTADES DE INGENIERÍA ACOFI. Ciencia e Ingeniería en la formación de ingenieros para el siglo XXI. Fundamentos, estrategias y casos. Bogotá, 2008.

<sup>17</sup> DIAZ, Frida, HERNANDEZ, Gerardo. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista. Tercera Edición. McGrawHil. México, 2010. Pg 118.

hacia el análisis de una estructura compleja del fenómeno de aprendizaje; para ello se hace necesario resignificar varios conceptos centrales en educación:

- **Constructivismo:** Aquella corriente pedagógica que busca que el conocimiento sea construido por el alumno o el aprendiz. El docente se convierte en facilitador del aprendizaje, generando contextos y dimensiones a los mismos para el aprendiz, y éste se convierte en el sujeto más importante del proceso de aprendizaje (sujeto cognoscente).
- **Sentido:** La información que se transmite y recibe el aprendiz debe tener sentido, debe ser descifrable y para ello se requiere de experiencias de aprendizaje previas, como también hacer alusión a los marcos de referencia donde se han generado estas mismas.
- **Significado:** Específicamente debe responder a necesidades del individuo deseoso de aprender, debe servir para algo, conectarse con el sentido y con la razón de ser del aprendizaje.

Para Duque (2008) en este marco “el reto de un profesor es generar ambientes de aprendizaje enriquecidos, donde el estudiante no tenga otra oportunidad de aprender”. El proceso de enseñanza se convierte en un análisis complejo desde el estudio del fenómeno del aprendizaje humano, es por esto que es imposible acercarse a un método de enseñanza y evaluación generalizado o estándar. *La variación del objeto de estudio, del contexto, del profesor y del estudiante generan en la práctica un infinito de situaciones diferentes. Cada una de ellas requiere de estrategias de enseñanza-aprendizaje apropiadas*<sup>18</sup>.

Existen algunas estrategias de aprendizaje organizacional\* centradas en la tecnología, relacionadas con la codificación del conocimiento y su almacenamiento en grandes bases de datos, (uso de internet, correo electrónico, software especializado, entre otras herramientas) y las estrategias basadas en las personas, las cuales buscan directamente espacios de interacción y de intercomunicación con un grupo de personas “cara a cara”, para el intercambio de ideas y de conocimiento no formalizado<sup>19</sup>.

Una de sus prácticas más relevantes hace alusión a los experimentos cara a cara, donde los empleados de una organización no sólo intercambian ideas sino que las ponen en acción, como es el caso de los juegos basados en experiencias, donde mediante la

---

<sup>18</sup> DUQUE, Mauricio. Principios para la enseñanza compatibles con el aprendizaje. En: Ciencia e Ingeniería en la Formación de Ingenieros para el siglo XXI. Fundamentos, estrategias y casos. Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, ACOFI. Colombia, 2008. Pág. 40.

\* Aprendizaje organizacional se refiere a la búsqueda de generación de conocimiento en un grupo de personas que comparten un bien común, logrando consolidar estrategias de mayor alcance en el aprendizaje de sus procesos y actividades principales.

<sup>19</sup> GOMEZ, Maria Clara. Definición de un método para el diseño de juegos orientados al desarrollo de habilidades gerenciales como estrategia de entrenamiento empresarial. Proyecto de grado postgrado (maestría). Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Maestría en Ingeniería Administrativa. 2010. 122 p.

simulación de una parte de la realidad de la compañía, los participantes analizan su proceso de toma de decisiones, llevando indirectamente a la exteriorización del conocimiento basado en la experiencia<sup>20</sup>.

#### 8.1.1.3. La lúdica como herramienta pedagógica

En el contexto de nuevos paradigmas en la educación superior, se involucra la generación de escenarios propicios en el salón de clases donde el estudiante pueda tomar parte activa y participar de su propio proceso de aprendizaje; esto indica que el estudiante se convierte en el protagonista de la construcción de su propio conocimiento, con la debida orientación de un facilitador.

*“El docente es el responsable de lo que acontece en su aula, y uno de sus retos pasa por convertirse en diseñador de ambientes adecuados de aprendizaje, así como en convencerse de la necesidad que tiene de aprender de otros y con otros a lo largo de toda su vida”<sup>21</sup>*

Para propender por una mejor enseñanza que prepare a los ingenieros para sus futuros contextos laborales y de acuerdo con lo dicho por Murillo, el docente habría de reconsiderar la enseñanza centrada en la transmisión del conocimiento hacia una enseñanza centrada en el aprendizaje, donde al contrario de lo que plantea el primer tipo de enseñanza, que fomenta estudiantes pasivos que desarrollan su comprensión a través de metodologías expositivas y su buena memoria, se vire a un aprendizaje que se base en el estudiante que, de acuerdo con lo que plantea el segundo tipo de enseñanza, favorezca su actividad, su protagonismo y el desarrollo de sus diferentes capacidades<sup>22</sup>.

De acuerdo con lo planteado por Murillo, puede considerarse que una práctica pedagógica es una actitud orientada a la planificación, el desarrollo y la evaluación de procesos de enseñanza, dentro de un contexto y para favorecer el aprendizaje<sup>23</sup>. Por tanto, la lúdica como alternativa metodológica complementaria para la enseñanza, puede considerarse como una práctica pedagógica, en tanto garantice que se planea, se desarrolla y se evalúa desde los procesos de enseñanza del respectivo pensum académico.

Huizinga plantea el juego como una actividad: libre, que comienza y termina a voluntad del usuario; ficticia, paralela a la vida real, simulando un universo o una actividad que no tiene repercusión sobre hechos reales; acotada (con límites de tiempo y espacio); y reglamentada dentro de un orden específico.

---

<sup>20</sup> Awad, E. y Ghaziri, H. (2003). Knowledge Management. Boston: Pearson, Primera Edición.480 p.

<sup>21</sup> MURILLO, P. Nuevas formas de trabajar en la clase. Metodologías activas y colaborativas. 9 p. Universidad de Sevilla. Consultado el 13 de septiembre de 2011. Disponible en: <http://prometeo.us.es/idea/publicaciones/paulino/3a.pdf>.

<sup>22</sup> Ibid., p 10.

<sup>23</sup> MURILLO, P. Enseñar y aprender en Educación Superior. Enfoques de educación. Montevideo (Uruguay). 2005, 139-155 p.

Tal y como lo dice Burgos para que un juego sea educativo, debe cumplir las siguientes características: que tenga una premisa a resolver, que tenga por lo menos una solución cierta, que el jugador aprenda por medio de técnicas como ejercicio de habilidades, fijación de conceptos previamente adquiridos, descubrimiento de conceptos, socialización de experiencia, entre otros<sup>24</sup>. Con base en lo anterior el juego concebido como una herramienta pedagógica debe ofrecer un espacio o escenario en el cual el participante, en compañía de un equipo de compañeros, debe asumir un rol determinado, enfrentarse a un problema en un contexto determinado y plantear mecanismos de solución; con esto se está dando base para generar en el participante un aprendizaje activo con base en la experiencia vivida en el juego y con una orientación adecuada del facilitador, promoviendo el descubrimiento o re-descubrimiento de los conceptos y fortaleciendo la construcción colectiva del conocimiento.

Frente a estos juegos basados en experiencias, algunos autores plantean las siguientes ventajas de su utilización en los procesos de enseñanza-aprendizaje:

- Permiten “aprender haciendo”, desarrollan la comunicación, tienen en cuenta el impacto de las emociones en el aprendizaje y estimulan el aprendizaje por pares (Kober y Tarca, 2000)<sup>25</sup>.
- El aprendizaje mediante juegos desarrolla el pensamiento crítico, la comunicación grupal, el debate y la toma de decisiones, elementos que son difíciles de captar desde un enfoque meramente teórico (Zapata y Awad, 2007)<sup>26</sup>.
- Los juegos incrementan la velocidad de aprendizaje, mejoran la retención y la memorización de conceptos (Klassen *et al.*, 2003)<sup>27</sup>.

Autores como Karl Groos, Johan Huizinga, Kurt Hahn, John Dewey, Harrison Owen y Kurt Lewin, entre otros, manifiestan que la auténtica educación se efectúa mediante la experiencia, en la cual existe un flujo bidireccional de la comunicación en el marco de la confianza y respeto, esto facilita la interacción e interrelación de las personas con la consecuente conformación de equipos, que manifiestan sensaciones, emociones,

---

<sup>24</sup> BURGOS, Daniel., TATTERSALL, C., *et al.* Re-purposing existing generic games and simulations for e-learning. En: Computers in Human Behaviour. Vol. 23. No. 6. p. 2656–2667.

<sup>25</sup> KOBER R. y TARCA, A . For fun or profit? An evaluation of a business simulation game. En: Accounting Research Journal. Vol. 15. pp. 98-111.

<sup>26</sup> ZAPATA, C. y AWAD, G. (2007). Requirements Game: Teaching Software Projects Management. En: CLEI Electronic Journal. No. 1. Consultado el 20 de mayo de 2011. Disponible en: <http://www.clei.cl/cleiej/paper.php?id=133>

<sup>27</sup> KLASSEN, K. y WILLOUGHBY, K. “In-Class Simulation Games: Assessing Student Learning”. En: Journal of Information Technology Education. Vol. 2. pp. 1-13

situaciones y aprenden de ellas, actuando estas experiencias como fijadores de aprendizaje con resultados altamente productivos.<sup>28</sup>

En este sentido, la generación de escenarios en el salón de clases (o micromundos como los llama Peter Senge<sup>29</sup>), permiten la participación activa del estudiante hacia la indagación, exploración, interacción y construcción de su propio conocimiento. En el caso de la educación en ingeniería colombiana, el Grupo en la Enseñanza de la Investigación de Operaciones de la Universidad Tecnológica de Pereira, GEIO, introduce en espacios educativos escenarios lúdicos que permiten a los estudiantes vivenciar los conceptos teóricos, poner en práctica aquellos que dicen poseer; además del desarrollo de aptitudes sociales que sobrepasan el mero dominio intelectual facilitando así el desempeño del futuro profesional tanto a nivel laboral como personal. Todo lo anterior bajo ambientes cooperativos y conversacionales que facilitan la construcción conjunta de un aprendizaje significativo y el trabajo en equipo.<sup>30</sup>

#### 8.1.1.4. Formación por competencias

La formación con base en competencias emerge de la educación superior en Colombia a finales de la década de los 90 dentro del marco de la reflexión en torno a cómo evaluar los aprendizajes y mejorar la calidad de la educación (Jurado, 2003<sup>31</sup>), buscando con ello superar las metodologías tradicionales orientadas hacia la memorización, la acumulación y la repetición mecánica de datos, para privilegiar el saber hacer con la información y la resolución de problemas con sentido para los estudiantes.<sup>32</sup>

El Departamento Administrativo de la Función Pública, en su decreto No. 2539 del 22 julio del año 2005, establece las competencias laborales generales para los empleos públicos de los distintos niveles jerárquicos de las entidades a las cuales se aplican los decretos ley 770 y 785 de 2005: Artículo 2º. Definición de competencias. Las competencias laborales se definen como la *capacidad de una persona para desempeñar, en diferentes contextos y con base en los requerimientos de calidad y resultados esperados en el sector público*, las funciones inherentes a un empleo; capacidad que está determinada por los

---

<sup>28</sup> ARGOTE, F. E., GÓMEZ, E., VILLADA, H. La lúdica como estrategia pedagógica en el aprendizaje de la ingeniería. Universidad de Nariño-Universidad de Cauca. En: Reunión Nacional y Expoingeniería ACOFI 2009, Ciencia, tecnología e innovación en ingeniería como aporte a la competitividad del país. Septiembre 16-18 de 2009. Memorias. Cartagena. 2009.

<sup>29</sup> SENGE, Peter., *et al.* La Quinta Disciplina en la Práctica. Buenos Aires, Editorial Granica, 1992.

<sup>30</sup> ECHEVERRY, E., ARTEAGA, G., GUAPACHA, P. GEIO como aporte a la interdisciplinariedad del ingeniero. Universidad Tecnológica de Pereira. En: Reunión Nacional ACOFI 2010, el compromiso de las facultades de ingeniería en la formación para el desarrollo regional. Septiembre 15-17 de 2010. Memorias. Santa Marta, 2010.

<sup>31</sup> JURADO, F. El doble sentido del concepto competencia. *Magisterio, Educación y Pedagogía*, 1, 14-16.

<sup>32</sup> TOBÓN, S. Competencias en la educación superior. Políticas hacia la calidad. ECOE Ediciones. Bogotá, 2009. Pg 2.

conocimientos, destrezas, habilidades, valores, actitudes y aptitudes que debe poseer y demostrar el empleado público.

El reto actual es consolidar un enfoque de competencias en la educación superior que tenga como base no sólo el contexto laboral-empresarial, sino también el contexto social y el disciplinar-investigativo desde el pensamiento complejo, buscando que la docencia se oriente a la formación de profesionales con competencias científicas además de las profesionales, teniendo en cuenta la articulación del saber con el ser y el hacer, y buscando que la evaluación sea una construcción democrática, tanto de orden cualitativo como cuantitativo (S. Tobón, A. Rial, M.a. Carretero, J.A. García. Competencias, calidad y educación superior)

Para el caso del área de las Ingenierías, la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, en su constante búsqueda por actualizar las necesidades curriculares y de formación del ingeniero en Colombia, ha propuesto una transformación de los currículos, hacia una formación por competencias. Este proceso de transformación incluye tres aspectos clave: el primero relacionado con la definición de los objetivos de formación en función de competencias; el segundo aspecto está relacionado con la evaluación de la formación en función de los egresados con estándares previamente acordados (el caso Pruebas SABERPRO); y en tercer lugar permite establecer unas condiciones mínimas e ideales que debe cumplir un programa para garantizar a la sociedad que sus estudiantes están a la altura de los retos que demanda el mundo profesional<sup>33</sup>; estos estándares son definidos por el Ministerio de Educación Nacional y está expuesto también en los altos estándares de calidad en la Educación Superior del Consejo Nacional de Acreditación, CNA.

El estilo de formación por competencias permite integrar habilidades propias del ser, (saber ser), el conocer (saber saber), y el aplicar los conocimientos en un escenario determinado (saber hacer). Estas tres características principales se convierten en el eje fundamental de la formación integral del ingeniero. Para ACOFI, en sus estudios constantes sobre educación en Ingeniería, las facultades de ingeniería deben propiciar en sus estudiantes la generación de habilidades, competencias y actitudes que permitan el trabajo en equipo al ritmo que marca la renovación del conocimiento, flexibilidad, capacidad y velocidad de respuesta<sup>34</sup>. Lo anterior indica que un profesional en ingeniería debe poseer determinadas competencias que le permitan una actualización constante, flexibilidad en las herramientas para la solución de problemas, de acuerdo con las necesidades cambiantes del medio.

---

<sup>33</sup> HERNÁNDEZ, G., COLMENARES, J. Objetivos de los programas de formación de ingeniería. En: Ciencia e ingeniería en la formación de ingenieros para el siglo XXI. Fundamentos estrategias y casos. Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, ACOFI. Colombia, 2008. Pg. 62.

<sup>34</sup> Íbid, pg 80.

### 8.1.2. Evaluación en el proceso de Educación

En el campo de la Educación, diferentes estudios se han dado sobre la importancia de la evaluación en el proceso de formación. Se dice que la evaluación tiene una función reguladora del aprendizaje<sup>35</sup>; pero hay quienes afirman que esta función de regulación hacia el conocimiento adquirido por los estudiantes es disfuncional y desequilibrada, justificando que los procesos de evaluación generan valoraciones aisladas de todos los factores que están involucrados: sólo se evalúa al alumno, sólo se evalúan los resultados y sólo se evalúa el conocimiento<sup>36</sup>.

Las aproximaciones tradicionales provenientes de la cultura psicométrica han valorado las innovaciones en la evaluación de los aprendizajes centrándose en aspectos tales como la fiabilidad y la validez. La utilidad de estos estudios es limitada, ya que asumen que las distintas evaluaciones son unidimensionales, y son fases para producir una única puntuación real, resumen del nivel de rendimiento del estudiante. Aproximaciones más recientes hacen hincapié en que los procedimientos de evaluación pueden y deben contribuir al aprendizaje del estudiante, y no sólo medirlo. Consideran que el aprendizaje del estudiante a través de la educación superior es complejo, multidimensional, y que necesita valorarse a través de diferentes formas<sup>37</sup>.

#### 8.1.2.1. Evaluación de desempeño

Según Martha Alles, la definición de competencias se relaciona con la mejor manera de lograr los objetivos. De igual forma, plantea la importancia de medir o evaluar el desempeño de las competencias en un grupo determinado de personas, toma real importancia por su estructura y funcionamiento.

Los enfoques para relacionar desempeño con estrategia son varios. Por un lado del management de la organización fija los objetivos, que caen en cascada a toda la empresa o institución. Estos objetivos tienen directa relación con los objetivos organizacionales. Cuando a cada empleado se le fijan objetivos, estos son parte de esa “cascada de objetivos organizacionales”<sup>38</sup>. Si se establece una comparación frente a los procesos de enseñanza y formación universitaria, desde el campo de la ingeniería, se determinan unos objetivos por parte del currículo de formación en la disciplina específica, y en el momento

---

<sup>35</sup> CABANÍ, M. L. y CARRETERO, R. La promoción de estudiantes estratégicos a través del proceso de evaluación que proponen los profesores universitarios”. En C. Monereo y I. Pozo. *La Universidad ante la nueva cultura educativa*. Madrid: Síntesis. 2003.

<sup>36</sup> SANTOS Guerra, M. A. La evaluación: un proceso de diálogo, comprensión y mejora. Granada: Aljibe. Santos Guerra, M. A. (2003). Una flecha en la Diana. La evaluación como aprendizaje. Madrid: Narcea.

<sup>37</sup> MURPHY, R. Evaluating new priorities for assessment in higher education. En C. Bryan y K. Clegg (Eds.) *Innovative Assessment in Higher Education*. (37-47) New York: Routledge. 2006

<sup>38</sup> ALLES, Martha. Desempeño por competencias. Evaluación de 360°. Editorial Granica. Buenos Aires, 2008.

en que el estudiante accede al proceso de formación y aprendizaje sobre determinadas competencias, se está vinculando directamente con los objetivos curriculares.

La evaluación de desempeño por competencias ofrece un beneficio principal y es la realimentación que pueda tener la persona que desarrolla una actividad. Según Schein, el grado de satisfacción que un empleado tiene con la tarea realizada. Un trabajador necesita saber cómo está realizando su trabajo<sup>39</sup>. En el contexto del presente proyecto, la evaluación de competencias permitirá al estudiante conocer cómo ha evolucionado en su proceso de aprendizaje.

De acuerdo con la clasificación de las metodologías de evaluación de desempeño, se habla de características, comportamientos o resultados. El primero hace alusión a una valoración de confiabilidad, creatividad, iniciativa o liderazgo frente a una serie de actividades a ejecutar por parte de alguna persona. El tipo de evaluación por resultados se focaliza en las contribuciones mensurables que los empleados realizan en la organización<sup>40</sup>. El tipo de evaluación de desempeño por comportamientos hace alusión a la evaluación por competencias, brinda información orientada a la acción, por lo cual es el mejor método de evaluación para el desarrollo de las personas. Por lo anterior, se debe aclarar que para el proceso de formación de acuerdo a la pertinencia con la formación en ingeniería actualmente en Colombia, se debe acudir a la metodología de evaluación por competencias\*\*.

En el esquema de evaluación de desempeño propuesto por Martha Alles, el evaluador deberá valorar la eficiencia del evaluado en distintos aspectos, en condiciones normales de trabajo<sup>41</sup>. Esto indica que no solamente se deberá evaluar cuantitativamente el desempeño de una persona frente a una actividad, sino que también su valoración dependerá del seguimiento y control a sus actividades que una persona pueda llevar.

Existen diferentes metodologías de evaluación de desempeño por competencias: la vertical, de 180° y de 360°. La evaluación vertical impone un mecanismo de valoración por parte de un jefe o de un experto sobre el desarrollo de las actividades de una persona en relación con unos objetivos planteados.

El concepto de frecuencia resulta importante, ya que en cualquier tipo de evaluación de desempeño es importante incluir este tipo de evaluación, que resuma el desempeño de una persona a lo largo de un tiempo prolongado, no inmediatamente o una valoración remota. La necesidad de un análisis por frecuencias resulta de que en la prisa, por completar los formularios, los evaluadores incurren en un error: asocian el

---

<sup>39</sup> SCHEIN, Edgar H. Psicología de la Organización. Prentice Hall Hispanoamericana. México, 1982.

<sup>40</sup> ALLES, Martha. Op cit, p 124.

\*\* Las evaluaciones de desempeño, así como la apertura en grados de las competencias y otras mediciones, deben responder a metas u objetivos altos pero realistas, deben suponer un desafío que pueda alcanzarse.

<sup>41</sup> ALLES, Martha. Op cit 138.



comportamiento con un hecho destacado y eligen un nivel en relación con ese hecho en particular, sin preguntarse si el evaluado *siempre* es así o solo en *algunas ocasiones*.

#### 8.1.2.2. ¿Qué método de análisis de frecuencias existen?

Son dos tipos de métodos de corrección: el **ascendente** y el **descendente**. El primero hace alusión a la generación de una escala de conversión hacia opciones intermedias para aumentar la calificación de la evaluación cuando el evaluado presenta con cierta frecuencia comportamientos en relación con el nivel superior. En el método de corrección **descendente** se pondera el comportamiento según la frecuencia, asignando unos factores de ponderación (porcentajes); por lo tanto el evaluado debe responder a la pregunta sobre si ese comportamiento se produce siempre, frecuente, la mitad del tiempo, o es ocasional<sup>42</sup>.

Un ejemplo citado por Martha Alles, se ilustra a continuación:

Tabla No. 2. Descripción de las frecuencias en el método de evaluación de desempeño por competencias de corrección ascendente.

Frecuencia	Descripción	Cuantificación
Siempre	El evaluado manifiesta siempre el comportamiento tal cual se lo describe en el grado seleccionado de la competencia según el diccionario de comportamientos utilizado	100%
Frecuente	El evaluado manifiesta en el mayor número de los casos el comportamiento tal cual se lo describe en el grado seleccionado	75%
La mitad del tiempo	El evaluado manifiesta en la mitad de las ocasiones el comportamiento tal cual se describe en el grado seleccionado	50%
Ocasional	El evaluado manifiesta solo en ocasiones, el comportamiento tal cual se lo describe en el grado seleccionado	25%

Fuente: Alles, Martha. Desempeño por competencias. Evaluación de 360°.Editorial Granica. 2008. p 135

<sup>42</sup> Íbid, p 135.

Frente al análisis y evaluación de esta metodología, se pretende generar una escala de ponderación, de acuerdo a determinados niveles de competencia desarrollado por el evaluado, y sumado a esto, un análisis y estudio de las frecuencias en que este mismo evaluado ejecuta esta acción. Por esto, la frecuencia en el comportamiento de una persona debe ser considerada de algún modo. El doble cálculo, tanto la ponderación como la cuantificación en porcentaje de su nivel de frecuencia, debe mostrar un análisis de acuerdo a una fórmula matemática que permite la medición de competencias cuando los comportamientos observados son de diferente grado.

Si se toma como ejemplo el desempeño observado por un grupo de personas de acuerdo con los siguientes niveles de competencias, el cálculo de ponderación deberá efectuarse como sigue:

Tabla No. 3. Referencias numéricas de los niveles de competencia

Competencia	Referencia numérica en %
Grado A	100
Grado B	75
Grado C	50
Grado D	25
No desarrollado	0

Fuente: Alles, Martha. Desempeño por competencias. Evaluación de 360°.Editorial Granica. 2008. p 136

Si se califica a una persona en un nivel de competencia Grado B, y el evaluado ha efectuado un análisis de esta competencia, identificando que el evaluado se comporta el 100% de las veces (frecuencia = siempre). Su ponderación será igual a la referencia numérica medida en este caso en porcentaje, por el grado de frecuencia alcanzado. Esta cuantificación permitirá al evaluador ubicarse nuevamente en la escala de ponderación frente al nivel real alcanzado en la competencia por el evaluado. El cuadro siguiente ilustra esta explicación, para el Grado B:

Tabla No. 4. Escala de valoración y ponderación de competencias.

Grado	Grado en %	Frecuencia	Frecuencia en %	Ponderación	Grado resultante por ponderación
B	75	Siempre	100	$75 \times 1$	B
A	100	La mitad del tiempo	50	$100 \times 0,5 = 50$	C

Fuente: Alles, Martha. Desempeño por competencias. Evaluación de 360°.Editorial Granica. 2008. p 136

Ahora bien, si el evaluador analiza que el comportamiento del evaluado está en un nivel Grado A, pero en la determinación de la frecuencia encuentra y califica que este comportamiento se manifiesta en la mitad de las ocasiones (frecuencia=50), el resultado final de la ponderación será igual a  $100 \times 0,50$ , lo que ubicaría el desempeño del evaluado no en nivel Grado A sino un Nivel Grado C.

Al considerar la frecuencia de ocurrencia de diferentes actos que permiten cuantificar el nivel o grado de competencia desarrollado por una persona, es importante aclarar que el doble cálculo, ocasionalmente genera problemas de comprensión sobre el resultado obtenido y, de algún modo, complejiza tanto la evaluación como su procesamiento<sup>43</sup>. Según lo expuesto por la autora, la inclusión de fichas de evaluación y seguimiento al desempeño por competencias de una persona en una serie de actividades, puede dinamizar el proceso de evaluación.

#### 8.1.2.3. La Rúbrica como instrumento de evaluación

La concepción de competencia como resultado de aprendizaje tiene una serie de implicaciones para la evaluación. La competencia supone la adquisición de *conocimientos, habilidades y actitudes*. Por lo tanto, la evaluación deberá evaluar los tres tipos de adquisiciones<sup>44</sup>. Al considerar lo anterior, se debe tener claramente definidos los niveles de alcance de cada competencia identificada para valorar, como también la escala de ponderación, según lo expuesto anteriormente por Marha Alles.

Uno de los instrumentos de valoración del desempeño por competencias, y útil en el manejo de las calificaciones de niveles, es la rúbrica. La rúbrica puede verse como un instrumento de apoyo al proceso de evaluación por competencias, que permite identificar y ponderar los diferentes niveles de desempeño de la competencia de interés, de acuerdo a unos criterios clave de valoración. La rúbrica facilita el desempeño de los estudiantes en un área compleja, permite evaluar el aprendizaje, los conocimientos y algunas competencias transversales logradas por el estudiante en una práctica reflexiva<sup>45</sup>.

Dentro de las ventajas del uso de la rúbrica como herramienta de evaluación por competencias, se encuentra que es específica al establecer criterios y niveles de educación; es clara ya que se definen conductas observables con criterios esperados por el docente y acordados con el alumno; es integradora porque se pueden incluir durante su

---

<sup>43</sup> *Íbid*, p. 136

<sup>44</sup> VILLARDÓN, Lourdes. Evaluación del aprendizaje para promover el desarrollo de competencias. Universidad de Deusto. pg 55-76. Revista Education siglo XXI. 2006

<sup>45</sup> PATIÑO, J.; FERRER, M. y BALTASAR, A. El uso de la rúbrica como instrumento de evaluación en la práctica reflexiva. En EVALfor (Ed.), EVALtrends 2011 – Evaluar para aprender en la universidad: Experiencias innovadoras en la sistematización de la evaluación (pp.50-59). Madrid: Bubok Publishing. 2003.

construcción, una autoevaluación, una evaluación de los pares (co-evaluación) y una evaluación del docente (hetero-evaluación).

Un ejemplo de rúbrica, según el autor del artículo *La rúbrica como instrumento pedagógico para la tutorización y evaluación de los aprendizajes en el foro online de Educación Superior*, Juan Jesús Torres y Victo Hugo Perea, de la Universidad de Sevilla, se ilustra a continuación:

Tabla No. 5. Ejemplo de rúbrica

**Rúbrica para la Evaluación y  
Tutorización del Aprendizaje en el Foro**

**Profesor/Dpto.:** \_\_\_\_\_

**Estudiante/Grupo:** \_\_\_\_\_

**Calificación:** \_\_\_\_\_

Criterios Nota	A = Muy bien (x 1)	B = Bien (x 0'75)	C = Apto (x 0'5)	D = No apto (x 0)
<b>Aspectos formales (10% = 1 punto)</b>				
	Existe una excelente organización de las ideas	Organiza las ideas	Existe una mínima organización de las ideas	No organiza las ideas al expresarse por escrito
	Alta coherencia de las ideas aportadas	Coherencia de las ideas aportadas	Mínima coherencia de las ideas aportadas	Carencia de coherencias de las ideas
	Alta pertinencia en las ideas	Pertinencia de las ideas	Mínima pertinencia de las ideas	Ausencia de pertinencia en las ideas
	Cita correctamente las fuentes bibliográficas	Cita con algún error las fuentes bibliográficas	Cita con errores destacados las fuentes bibliográficas	No cita correctamente las fuentes bibliográficas
	Redacción muy cuidada y alta claridad de ideas	Redacción simple con claridad de ideas	Redacción simple	No hay claridad de ideas ni buena redacción

Fuente: Torres, J., Perea, V. La rúbrica como instrumento pedagógico para la tutorización y evaluación de los aprendizajes en el foro online de Educación Superior. Universidad de Sevilla. Revista de medios y educación. Enero 2010 pg. 141-149. España.

### 8.1.3. Metodología Diseño Experimental

Como técnica de análisis estadístico, el Diseño de Experimentos ofrece una metodología específica de recolección de información, a través de un experimento diseñado, articulado a un problema de investigación propuesto previamente, y ejecutado con una serie de pasos a seguir. En una perspectiva más formal, un experimento puede definirse como una prueba o serie de pruebas en las que se hacen cambios deliberados en las variables de

entrada de un proceso o sistema para observar e identificar las razones de los cambios que pudieran observarse en la respuesta de salida<sup>46</sup>.

Esta metodología ofrece una etapa de planeación, en donde se identifican los diferentes factores que intervienen en una variable de interés (variable de respuesta), permite una fase de ejecución, donde, dependiendo de la cantidad de factores que se estudien, en conjunto con sus niveles de aplicación, se permitirá un análisis de determinados tratamientos (combinaciones de factores y niveles) en relación con la variable de interés.

Para una completa comprensión de los términos y análisis del Diseño Experimental, es necesario identificar los siguientes conceptos:

**Experimento:** Generación de un estudio con una serie de ensayos sobre diferentes variables de un sistema en estudio. Es un ensayo u observación especial hecha para afirmar o negar algo dudoso y que se lleva a cabo bajo condiciones determinadas por el experimentador<sup>47</sup>.

**Diseño:** Disposición metodológica a seguir para controlar el estudio y análisis de diferentes variables sobre una en particular (variable de respuesta). Es la disposición de unos pasos en una investigación ejerciendo así control de la misma, con la finalidad de obtener resultados confiables y su relación con las preguntas surgidas de las hipótesis<sup>48</sup>.

**Factor:** Variable independiente objeto de estudio y posible causante de los efectos que la variable de respuesta está generando, dentro del experimento. Variable cuyo posible efecto sobre los datos se desea investigar.

**Nivel:** Clasificación en el que se cualifica cada factor. Los niveles pueden ser cuantitativos o cualitativos, con unidades ordinales o nominales, según sea el caso.

**Unidad Experimental:** Unidad de análisis del experimento, conjunto de personas, objetos, procesos, procedimientos a analizar, para generar información cuantitativa desde la variable de respuesta.

**Variable de respuesta:** Variable de interés de un problema que, de acuerdo a determinadas hipótesis planteadas por el investigador, son influenciadas por otras variables que cuando cambian, generan comportamientos diferentes en ella.

**Tratamiento:** Combinaciones posibles entre factores y sus niveles. Punto de operación del cual se requieren algunas mediciones cuantitativas para estudiar el efecto del mismo sobre la variable de respuesta.

---

<sup>46</sup> MONTGOMERY, Douglas. Diseño y análisis de experimentos. Segunda edición. Editorial Limusa Wiley. México 2010. Pg 1.

<sup>47</sup> TORRES, G. Análisis y Diseño de experimentos, introducción y conceptos similares. Exposición de clase. Universidad Tecnológica de Pereira. Consultado el 05-12-13. Disponible en: <http://www.slideshare.net/torresgiovanni/anlisis-y-diseo-de-experimentos-introduccion>

<sup>48</sup> Ibid, p 8.

Efecto: Análisis gráfico o analítico del cambio en la variable de respuesta con uno o varios cambios en uno o varios factores.

Aleatorización: El orden en que se generarán los estudios del experimento. El grado de aleatorización de las condiciones del experimento deberán ser claro y concreto para que los resultados al finalizar la ejecución del experimento puedan tener un grado de certidumbre mayor, desde el punto de vista estadístico.

Replicación: Número de repeticiones que posee cada tratamiento. Es importante considerar el número adecuado de repeticiones en el experimento, para cada combinación o mezcla de factores, ya que el análisis estadístico con base en la inferencia será la base para generar resultados confiables y robustos.

Bloqueo: Una porción de material experimental que debe ser más homogéneo que el conjunto completo del material. Permite bloquear aquellos factores perturbadores, de tal forma que se pueda condicionar el experimento bajo unas características únicas de afectación por las variables de real interés.

Desde el punto de vista de la estadística, el Diseño de Experimentos ofrece una metodología de análisis de modelos cuantitativos, de tal forma que se pueden exponer diferentes hipótesis y probar su validez, de acuerdo a los criterios que define el Diseño Estadístico de Experimentos. El Diseño Estadístico de Experimentos se refiere al proceso para planear el experimento de tal forma que se recaben datos adecuados que puedan analizarse con métodos estadísticos que llevarán a conclusiones válidas y objetivas<sup>49</sup>.

Un experimento se diseña y realiza desde el punto de vista de esta herramienta porque<sup>50</sup>:

- Permite identificar las principales causas de variación en la respuesta.
- Puede encontrar las condiciones que permitan alcanzar un valor ideal en la respuesta.
- Compara las respuestas a diferentes niveles de factores controlados por el investigador.
- Construye modelos que permiten obtener predicciones de la respuesta.

#### 8.1.3.1. Guía para diseñar experimentos

Montgomery<sup>51</sup> ofrece una lista guía para diseñar experimentos, desde el enfoque cuantitativo:

---

<sup>49</sup> MONTGOMERY, Douglas. Diseño y Análisis de Experimentos. Editorial Limusa Wiley. Mexico 2010.

<sup>50</sup> TORRES, G. Op cit. P. 10

**1. Identificación y enunciación del problema.** Aquí se puede relacionar la necesidad de realizar algún tipo de investigación, en donde se requiera del análisis del efecto de diferentes factores sobre una variable de interés. Está relacionado con el Método Científico, ya que permite describir una pregunta de investigación que conlleve al desarrollo de una serie de pruebas para medir el impacto de diferentes elementos en una o varias variables en estudio.

**2. Elección de los factores, los niveles y los rangos.**

Factores potenciales del diseño (o factores perturbadores). Son los factores en los que se busca su variabilidad en el experimento para medir el efecto que cada uno de ellos tiene sobre la variable de estudio o interés (variable de respuesta).

Subclasificación de factores perturbadores:

- a. Factores controlables. Cuyos niveles pueden ser ajustados por el experimentador. (La estructura de diseño por bloques puede ayudar a controlar los factores)
- b. Factores no controlables o de ruido. Son aquellos factores que no permiten un control directo en un experimento. Si un factor perturbador no es controlable en el experimento, pero puede medirse, muchas veces puede usarse el procedimiento de **análisis de covarianza** para compensar este efecto.

**3. Selección de la variable de respuesta.**

Se debe tener la certeza de que esta variable proporciona información útil acerca del proceso bajo estudio. La eficiencia de los **instrumentos de medición** (o error de medición) también son un factor importante. Se debe validar el instrumento de recolección de información, de acuerdo con técnicas específicas.

**4. Elección del diseño experimental.**

Depende su selección de los objetivos del experimento. La elección del diseño implica:

- La consideración del tamaño del muestra (número de réplicas)
- La selección de un orden de corridas adecuado para los ensayos experimentales
- Determinación de si entran en juego o no la formación de bloques u otras restricciones sobre la aleatorización.

**5. Realización del experimento.**

Verificación de que se cumpla lo planeado en el momento de la ejecución. Se debe tener especial cuidado con la planeación del experimento, muchas veces si

---

<sup>51</sup> MONTGOMERY, Douglas. Op cit, p 13.

en la ejecución no se tienen en cuenta estos dos elementos, puede perturbar todo lo planeado.

## **6. Análisis estadístico de los datos.**

Métodos gráficos simples desempeñan un papel importante en el análisis e interpretación de los datos.

Prueba de hipótesis y estimación de intervalos de confianza son muy útiles en el análisis de datos.

Muchas veces es útil presentar resultados en términos de un modelo empírico, una ecuación derivada de los datos que expresa la relación entre la respuesta de los factores importantes del diseño.

Análisis residual y verificación de la adecuación del modelo son también técnicas de análisis importantes.

El análisis estadístico puede proporcionar pautas generales en cuanto a la confiabilidad y validez de los resultados. Aplicados en forma correcta, los métodos estadísticos no permiten la demostración experimental de nada, pero sí sirven para medir el error posible en una conclusión o asignar un nivel de confianza a un enunciado. La ventaja principal de los métodos estadísticos es que agregan objetividad al proceso de toma de decisiones. Las técnicas estadísticas, aunadas a una buena ingeniería o conocimiento del proceso y el sentido común, llevarán por lo general a conclusiones sólidas.

## **7. Conclusiones y recomendaciones**

El experimentador deberá sacar conclusiones prácticas acerca de los resultados y recomendar un curso de acción.

### **8.1.3.2. ¿Cómo elegir el Diseño Experimental?**

Para determinar el tipo de Diseño Experimental apropiado para un análisis robusto y confiable, se deben considerar elementos como: el tamaño de la muestra, (número adecuado de réplicas para cada tratamiento), selección del orden en que se tomarán las pruebas para cada corrida del experimento e identificar la necesidad de estudiar el modelo experimental por bloques u otras restricciones relacionadas con la aleatoriedad.

Tres aspectos fundamentales deben tenerse en cuenta en la selección de un diseño: el número de factores, la agrupación de unidades experimentales para eliminar una o más



causas de variación, y el número de repeticiones por bloque para definir los diseños de bloques completos e incompletos<sup>52</sup>.

Para la definición del tamaño de muestra adecuado, dentro de la técnica de Diseño Experimental, se estudian las curvas de operación característica, las cuales evidencian el número adecuado de réplicas que debe tener el experimento, para garantizar un análisis confiable y robusto desde el punto de vista estadístico. Para Montgomery, una curva de operación característica es una gráfica de la probabilidad de error tipo II de una prueba estadística para un tamaño de la muestra particular contra un parámetro que refleja la medida en que la hipótesis nula es falsa. En este análisis, se trabaja con varianza conocida, lo que indica que en los resultados de una prueba piloto es posible determinar este cálculo.

Se debe escoger el tipo de diseño experimental adecuado para el análisis estadístico. Los más utilizados son los diseños factoriales, ya que permiten estudiar la respuesta para todas las combinaciones posibles de los factores de entrada e investigar sistemáticamente las interacciones entre los factores<sup>53</sup>.

Posteriormente de determinar el tamaño de la muestra, se ejecuta el experimento diseñado, identificando y cuidando que todos los factores y tratamientos observados se desarrollen de acuerdo a las condiciones planteadas en la planeación inicial. Luego de obtener la información específica sobre la variable de respuesta, se procede a determinar si los datos son paramétricos o no paramétricos, para robustecer el análisis estadístico de manera adecuada.

Para el análisis paramétrico se estudian los supuestos de normalidad e igualdad de varianzas (homocedasticidad). Con respecto al primero, se debe establecer un análisis de los residuos de los datos, correspondiente a una distribución normal estándar de media cero y varianza  $\sigma^2$ . Particularmente, en el campo del Diseño Experimental, el número de réplicas por cada tratamiento puede ser reducido, por lo cual, suelen ocurrir fluctuaciones significativas, por lo que la aparición de una desviación moderada de la normalidad no implica necesariamente una violación seria de los supuestos<sup>54</sup>. Para la prueba de igualdad de varianzas, se acuden a pruebas estadísticas como la prueba de Levene, el cual es un procedimiento muy útil y robusto en cuanto a las desviaciones de la normalidad.

---

<sup>52</sup> DÍAZ, Abel. Diseño Estadístico de experimentos. 2ª Edición. Editorial Universidad de Antioquia, 2009. Pg 10.

<sup>53</sup> YAKUZZI, Enrique. et al. El Diseño Experimental y los métodos de Taguchi: Conceptos y aplicaciones en la Industria Farmacéutica. The Open Access Publication Server of the ZBW – Leibniz Information Centre for Economics, No. 258. University of CEMA, Buenos Aires, 2004.

<sup>54</sup> MONTGOMERY, Douglas. Op cit, p 10.

### 8.1.3.3. Sobre la exactitud y el error experimental

Dos características permiten hablar de un Diseño Experimental robusto: **la exactitud**, que es consecuencia de lograr una precisión adecuada en las mediciones del mismo. Para Cochran, un refinamiento en el experimento puede obedecer cuando se permanecen constantes los factores, y si esto permite un aumento de la precisión, llevará consigo un aumento en la exactitud, aunque si un gran sesgo está presente, un incremento importante en precisión puede producir un incremento insignificante en exactitud<sup>55</sup>. Lo anterior indica que la característica de precisión debe establecerse como prioridad en el proceso de planificación del diseño experimental.

La segunda característica corresponde a la determinación de los **errores experimentales**, que corresponde a todos los tipos de variaciones extrañas que puedan suceder en la ejecución del experimento. Existen dos tipos de variabilidad: una en cuanto al material experimental y otra en cuanto a la falta de uniformidad en la conducción física del experimento. La primera obedece a cambios en la estructura física de la unidad experimental, y la segunda sobre la deficiencia en poder uniformizar la técnica experimental<sup>56</sup>.

Estos errores experimentales corresponden a uno de los tres aspectos existentes en el ruido experimental. Está también el error de medición, que se caracteriza y acota mediante buenas prácticas de evaluación de los sistemas de medición; una vez validado el sistema de medición requerido en el estudio, al error de medición se le considera entonces como parte del error experimental<sup>57</sup>. Y existe el error ambiental, que obedece al comportamiento de variables externas no controlables en el proyecto, pero que con un adecuado procedimiento de aleatorización, se pueden disminuir.

¿Cómo analizar un Diseño Experimental?

El análisis de los diseños experimentales tiene como base el Análisis de Varianzas o ANOVA, conocido como un conjunto de procedimientos que se ajustan a las características del diseño experimental usado en la obtención de los datos.<sup>58</sup> En este tipo de análisis es necesario identificar el tipo de efectos del mismo: **efectos fijos** o efectos aleatorios; el primero corresponde al estudio y análisis del modelo experimental cuando se requiere analizar algún conjunto de parámetros específicamente como también cuando el objetivo no es generar inferencia estadística de la información hacia la población. El modelo de **efectos aleatorios** corresponde al estudio a partir de una muestra de datos,

---

<sup>55</sup> COCHRAN, William. COX, Gertrude. Diseños Experimentales. Editorial Trillas. México, 1985.

<sup>56</sup> Íbid, p. 33

<sup>57</sup> TOSTADO, Eduardo. DOMINGUEZ, Jorge. Diseño de Experimentos: Estrategias y Análisis en Ciencia y Tecnología. Centro de Investigación en Matemáticas. Universidad Autónoma de Querétaro. Guanajuato, México. Diciembre, 2010.

<sup>58</sup> DIAZ, Abel. Op cit, p 168

poder realizar un análisis probabilístico del comportamiento de la variable de respuesta en determinados rangos, buscando una inferencia estadística hacia la población

El planteamiento y desarrollo de un Diseño Experimental constituye una metodología de clasificación por tipo de diseño (diseño factorial, factorial 2k, ...). Los diseños factoriales resultan ser los más comunes de utilizar porque representa al experimento en cada ensayo o réplica completa y se investigan todas las combinaciones posibles de los niveles de los factores<sup>59</sup>.

Para Das y Giri<sup>60</sup>, hay tres tipos fundamentales de experimentos que requieren investigación estadística: experimentos con tratamientos, experimentos factoriales y bioensayos. Los primeros hacen referencia al análisis de los efectos de un solo factor y sus niveles en la variable de interés, por lo general son análisis básicos desde el punto de vista estadístico, buscando medir el efecto que tiene un solo factor. Los experimentos factoriales involucran más de un factor, cada uno con una cantidad de niveles específica, en donde se busca lograr un análisis más detallado de comparaciones por cada tratamiento estudiado: efectos principales e interacciones. Los bioensayos son experimentos para estimar la naturaleza, constitución o potencia de una sustancia, por medio de la reacción obtenida al aplicarla a material biológico<sup>61</sup>.

Dentro de las ventajas de los diseños factoriales está el hecho de permitir la estimación de los efectos de un factor con varios niveles de los factores restantes (tratamientos), produciendo conclusiones que son válidas para un rango de condiciones experimentales<sup>62</sup>, además de poder visualizar las interacciones presentes entre los tratamientos sobre la variable de respuesta, en comparación con un análisis de un solo factor, que no podría tener lugar un estudio de efectos fijos o aleatorios.

Las **ecuaciones de Regresión** representan claramente el impacto de los factores (cuando son cuantitativos) frente a la variable de respuesta. Su planteamiento resulta útil para el análisis de los efectos que cada factor pueda ejercer sobre el punto de interés.

---

<sup>59</sup> *Íbid*, p. 170

<sup>60</sup> DAS, M. N. y GIRI, N. C. *Design and Analysis of Experiments*. New Delhi: Wiley Eastern Ltd. 1986

<sup>61</sup> DIAZ, Abel. *Op cit*, p 171

<sup>62</sup> MONTGOMERY, Douglas. *Op cit*, pg 10

### 8.1.3.3. Algunas consideraciones adicionales del Diseño Experimental

El desarrollo de un buen experimento no depende de los acercamientos que llegue con el mismo frente a las hipótesis planteadas. Un buen experimento debe generar más preguntas que las que responde, contribuyendo así al proceso iterativo en la adquisición del conocimiento<sup>63</sup>. Los resultados de un experimento deberán detallar la información suficiente para dar paso a una serie de reflexiones, planteamiento de inquietudes y de cuestionamientos que generarán una realimentación constante del diseño experimental y que logrará forjar una base de desarrollo de experimentos más complejos en la medida en que se desarrollen paulatinamente.

Como principio básico del diseño de experimentos, Díaz expone que la aleatorización, repetición y control del error experimental constituyen condiciones de validez, precisión y generalidad en el desarrollo de un experimento<sup>64</sup>.

## 8.2. MARCO CONCEPTUAL

### 8.2.1. Diseño Experimental

Se considera como una técnica específica desde el campo de la Estadística que permite modelar situaciones de evaluación del efecto de una o varias variables sobre un término de interés (variable de respuesta). Esta técnica es esencialmente una herramienta para la planificación adecuada de experimentos de manera tal que las conclusiones relevantes sean alcanzadas en forma eficiente y económica<sup>65</sup>.

Esta metodología de análisis y modelamiento estadístico tiene sus orígenes en los trabajos de Ronald Fisher (1890-1962), desarrollados en la Estación Agrícola Experimental de Rothamsted, en el Reino Unido, donde introdujo los conceptos de aleatorización y Análisis de Varianza. A lo largo de varias décadas, la teoría del diseño de experimentos y sus aplicaciones se consolidaron y expandieron, y, en años recientes, recibieron un fuerte impulso por las contribuciones de Gen'ichi Taguchi, un estadístico japonés ampliamente conocido en Occidente<sup>66</sup>.

---

<sup>63</sup> Íbid, p. 11.

<sup>64</sup> Íbid, p. 13.

<sup>65</sup> NAPOLITANO, H. Diseño de Experimentos. Educación en Ciencias Químicas. Argentina, 2010.

<sup>66</sup> YAKUZZI, E. et al. El Diseño Experimental y los métodos de Taguchi: Conceptos y aplicaciones en la Industria Farmacéutica. The Open Access Publication Server of the ZBW – Leibniz Information Centre for Economics, No. 258. University of CEMA, Buenos Aires, 2004.

Un buen diseño experimental debe:

- a. Incorporar el conocimiento y la experiencia previa en la selección de los factores, sus niveles y descubrir las suposiciones.
- b. Pulir la información relevante demandando el menor esfuerzo.
- c. Asegurar, antes de ejecutar el experimento, que el diseño permite alcanzar el objetivo con la precisión dada.
- d. Especificar el arreglo y la secuencia del experimento para eliminar malos entendidos cuando el experimento está en progreso.

El campo de aplicación del Diseño Experimental ha sido amplio, pero el común denominador se ha centrado en los procesos de planificación de la evaluación o medición del impacto de diferentes factores sobre un factor real de interés; su campo de aplicación ha sucedido para los análisis de control de calidad en los procesos productivos, el diseño y análisis de experimentos en agroindustria, en medicina, entre otros.

En la planificación de un experimento, es necesario limitar los desvíos introducidos por las condiciones del mismo o la asignación de tratamientos a las unidades experimentales. Tópicos como la aleatorización y los factores de bloqueo cumplen con minimizar la “contaminación” o inclusión de variables externas que puedan afectar el comportamiento de la variable en estudio. Las estrategias específicas de bloqueo incluyen los diseños de bloques aleatorizados.

En el momento del análisis del Diseño Experimental se deben considerar diferentes tipos de análisis: el gráfico para un alcance del panorama general del problema de estudio, con datos descriptivos que permitirá tener esa visión global del tema; otro tipo de análisis son los paramétricos, que constituyen la estimación de parámetros usando análisis de regresión y pruebas estadísticas de manera particular, esto permitirá fortalecer el proceso analítico y generar resultados hacia una inferencia estadística. También los métodos de análisis de regresión permiten el estudio detallado cuando hay información faltante de acuerdo a los tratamientos seleccionados, y permitirá ejercer el método analítico con cierto grado de confianza estadística.

### **8.2.2. Evaluación del desempeño por competencias**

La evaluación por competencia es una retroalimentación del que hacer pedagógico el cual permite identificar el nivel de aprendizaje de los estudiantes mediante sus actividades de desempeño y problemas pertinentes. En este tipo de evaluación hay que tener claro para qué evalúa, para quién se evalúa, por qué se evalúa y cómo es la evaluación. Las competencias se entienden como actuaciones integrales para identificar, interpretar, argumentar y resolver problemas del contexto con idoneidad y ética, integrando el saber ser, el saber hacer y el saber conocer<sup>67</sup>

---

<sup>67</sup> TOBÓN, S. Formación por competencias, pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica. Bogotá, ECOE Ediciones, 2006. 266 p.

Un enfoque de evaluación basado en competencias es adecuado, por un lado, para asegurar que tanto el proceso de enseñanza-aprendizaje como la evaluación están guiados por los resultados de aprendizaje pretendidos; por otro lado, para facilitar la concesión de créditos por la competencia adquirida en otros contextos; y para ayudar al estudiante a comprender lo que se espera de ellos, así como para informar a otras personas interesadas sobre el significado de una calificación determinada<sup>68</sup>.

La **rúbrica** puede considerarse como una herramienta de evaluación que identifica ciertos criterios para un trabajo. Consiste en un listado de aquellas tareas que han de realizarse para recibir una determinada evaluación y que ayudan a determinar cómo se evaluará el proyecto. Por lo general, las rúbricas especifican el nivel de desarrollo esperado para obtener diferentes niveles de calidad.

### 8.2.3. Lúdica y aprendizaje

La lúdica como experiencia cultural es una dimensión transversal que atraviesa toda la vida, no son prácticas, no son actividades, no es una ciencia, ni una disciplina, ni mucho menos una nueva moda, sino que es un proceso inherente al desarrollo humano en toda su dimensionalidad psíquica, social, cultural y biológica. Desde esta perspectiva, la lúdica está ligada a la cotidianidad, en especial a la búsqueda del sentido de la vida y a la creatividad humana<sup>69</sup>.

El proceso de enseñanza a través de la lúdica permite generar un contexto específico a un grupo de estudiantes, en donde, el docente, más que un transmisor de la información, se convierte en un guía y facilitador del aprendizaje de diferentes conceptos, y ayuda a fortalecer diferentes competencias de interés, de acuerdo a una temática específica. Es a través de la generación de escenarios recreados a pequeña escala de una realidad determinada, en donde, el estudiante se convierte en el actor principal de la construcción de sus saberes, y puede promover una interacción con sus compañeros, propiciando un enfoque de aprendizaje activo y colaborativo.

La lúdica ofrece movimiento, acción, posibilidad de asumir roles en determinados contextos y la interacción con diferentes personas, buscando la toma de decisiones en equipo y de manera certera de acuerdo con criterios descritos dentro de la misma. Es en la lúdica donde el estudiante puede integrar sus diferentes tipos de inteligencia (visual, auditiva, kinestésica), hacia la construcción de un aprendizaje significativo.

---

<sup>68</sup> MCDONALD, R; Boud, D; Francis, J; y Gonczi, A., 2000. Nuevas perspectivas sobre la evaluación, Boletín Cintefor, 149, 41-72.

<sup>69</sup> JIMENEZ, Carlos. La inteligencia lúdica. Ensayo. Consultado el 13-01-2014. Disponible en: <http://www.ludica.com.co/ensayos.html>

La lúdica trasciende el uso pragmático de los objetos. Sin embargo muchas actividades no son lúdicas o juego. ¿Cuáles son, entonces, las claves para diferenciar el juego del trabajo o de las actividades como la producción literaria y la danza? Las definiciones más usuales, atribuyen al juego una sustancia inamovible en el tiempo, dejando de lado las transformaciones, las líneas de fuga, es decir, los efectos de superficie entre los diversos fenómenos<sup>70</sup>. Todo juego es lúdico, más no toda lúdica es juego. La lúdica incorporada en el proceso de aprendizaje en cualquier contexto, permite profundizar en los procesos de reflexión e indagación, con miras a generar posiciones críticas, profundas, reorientadas y determinantes en el proceso de aprendizaje por experiencia vivida de cada estudiante.

El aprendizaje se define como el proceso mediante el cual se integran conocimientos, habilidades y actitudes para conseguir cambios o mejoras de conducta, (Soto, 2001; Martínez, 2002)<sup>71</sup>.

Se puede pensar en la escuela, de manera genérica, como un espacio en el cual el encuentro con una particular selección de los signos y las herramientas culturales es mediado por el encuentro entre sujetos, particularmente entre un sujeto “conocedor” y otros sujetos que desean aprender. La mediación de este encuentro supone una actividad que lleve a producir y transformar el conocimiento<sup>72</sup>.

El aprendizaje promueve un “saber más” en su sentido acumulativo extremo de saber hacer más cosas, conocer más palabras, tener información acerca de un mayor número de cuestiones. Es decir, el aprendizaje amplía o extiende el repertorio de conocimiento del aprendiz Bruner propone “ir más allá de la información dada”, lo cual también significa sobrepasar el contenido temático y cultural definido en el conjunto de herramientas, signos y lenguaje dispuestos en el espacio o encuentro entre los actores aprendices<sup>73</sup>.

Hoy en día, según la posición constructivista, el conocimiento no es una copia de la realidad, sino una construcción del ser humano, construido con esquemas propios, según el medio en que se desenvuelve.

Dependiendo de la orientación de quien utiliza el término constructivismo, (educadores, filósofos o psicólogos) el constructivismo es una corriente que se refiere a la idea de que

---

<sup>70</sup> JIMENEZ, C. Pedagogía de la creatividad y de la lúdica. Consultado el 13-01-2014. Disponible en: <http://www.ludica.com.co/ensayos.html>

<sup>71</sup> SOTO, E. Comportamiento organizacional: Impacto en las emociones. Buenos Aires: Ed. Thomson Learning. 2001, 252 p.

<sup>72</sup> ELICHIRY, N. (compiladora). Aprendizaje y contexto: Contribuciones para un debate. Editorial Manantial. Buenos Aires, 2010. Pg. 28.

<sup>73</sup> Íbid, p. 94.

tanto los individuos como los grupos de individuos construyen ideas sobre cómo funciona el mundo<sup>74</sup>.

### **8.3. MARCO SITUACIONAL**

La Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira adelanta un proceso de rediseño y transformación curricular, buscando generar cada vez mayores acercamientos del profesional egresado en esta disciplina con las necesidades expresadas por el entorno laboral actual, en términos de la solución a problemas empresariales, desde el área de Finanzas, Producción, Investigación Operativa, Mercadeo y Desarrollo Humano.

Este proceso de rediseño curricular ha vinculado la estrategia de formación por competencias, de acuerdo con los lineamientos de varios autores, entre ellos Sergio Tobón.

Esta metodología trae consigo un cambio de lenguaje, de formas de pensar y de generación de un pensamiento global y sistémico sobre las estrategias de enseñanza actualmente orientadas y utilizadas en la facultad. Esta propuesta permite vincular y complementar diferentes prácticas pedagógicas, con un común denominador: lograr la formación integral del ingeniero industrial.

#### **8.3.1. El Ingeniero Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira**

El ingeniero Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira, es una persona con una formación integral, pensamiento sistémico; capaz de desempeñarse social y profesionalmente, utilizando la técnica la tecnología y la investigación, en la integración y optimización de los recursos humanos, materiales, económicos, de información y energía en los sistemas industriales, comerciales y de servicios e interactúa con las diferentes partes interesadas, para contribuir con calidad en el desarrollo local, regional, nacional e internacional con responsabilidad social en un ambiente dinámico, globalizado y competitivo.

El Ingeniero Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira, es una persona competente para:

- Liderar, administrar, controlar y gestionar toda clase de organizaciones del sector público o privado, bajo los más estrictos principios de la ética, la moral y la responsabilidad social.

---

<sup>74</sup> NOVAK, J. Constructivismo humano: un consenso emergente. Revista planteamientos en educación. Escuela pedagógica experimental. Abril, 2000. Bogotá. Pg. 179.



- Participar en grupos inter y transdisciplinarios dentro del contexto local, nacional e internacional, comprometido con el desarrollo del país.
- Aplicar soluciones a problemas complejos, empleando herramientas y métodos de optimización en la búsqueda del mejoramiento de la productividad, la calidad y la competitividad.
- Investigar, innovar y desarrollar procesos para la producción y distribución de bienes o prestación de servicios en toda clase de organizaciones, buscando los más altos rendimientos económicos, financieros y de impacto social.
- Perfilar su profesión hacia niveles superiores de formación.

### **8.3.2. Competencias globales**

**A** Aplicar conocimientos de las ciencias básicas, sociales y de ingeniería, en la solución de problemas complejos, orientados a la satisfacción de necesidades comunes de la sociedad en general y del individuo en particular, de acuerdo con los requerimientos del ámbito empresarial y su entorno.

**B** Gestionar el uso de todos los recursos involucrados en los sistemas de producción y operaciones, servicios y distribución, utilizando modelos de la investigación de operaciones y la estadística, para innovar y desarrollar productos, de acuerdo con las demandas del medio.

**C** Administrar la cadena de suministros y producción de bienes y/o servicios mediante criterios de calidad, productividad, oportunidad, responsabilidad social, respeto al medio ambiente y la mejora continua.

**D** Administrar la empresa o sus procesos estratégicos, operativos y de apoyo, de acuerdo con las políticas establecidas

**E** Gerenciar la organización o sus procesos, en función de criterios administrativos, económicos, sociales y las políticas y estrategias de la dirección.

### **8.3.3. Unidades de Competencia**

De acuerdo con la propuesta de formación por competencias, el programa de Ingeniería Industrial ha establecido las siguientes unidades de competencia, en donde desde cada una de ellas se puede dar apertura a uno o más proyectos formativos, con rutas formativas específicas y vinculadas para proporcionar al estudiante una formación idónea.

A 1. Resolver problemas de manera autónoma con base en el lenguaje y procedimientos de la matemática, la física, la biología y la química.

A 2. Utilizar conocimientos básicos de ingeniería, para la identificación y utilización de materiales empleados en los procesos de fabricación, teniendo en cuenta sus características físico-químicas.

A 3. Emplear principios comporta mentales, de acuerdo con criterios éticos, dentro de la constitución y la ley.

A.4. Coordinar el proceso de investigación en función de los requerimientos institucionales.

**B.1. Aplicar modelos cuantitativos para resolver problemas operativos y de gestión, de acuerdo con las necesidades propias de la organización.**

B.2. Participar en el diseño de sistemas de información de acuerdo con las necesidades de la organización.

B.3. Emplear modelos estadísticos, para la recolección, procesamiento, presentación y análisis de información, de acuerdo con los principios y leyes de la estadística.

C.1. Gestionar los procesos productivos acorde a los requerimientos de: cliente, producto, metas organizacionales, cumpliendo con el marco legal y empoderándose de nuevos conocimientos, desarrollos tecnológicos y científicos, garantizando el uso racional y sostenible de recursos naturales.

C.2. Gestionar la cadena de suministro de acuerdo con los requerimientos del producto, las necesidades del mercado e involucrando las restricciones de la compañía.

C.3. Administrar modelos y filosofía de manufactura moderna y producción limpia.

C.4. Gestionar la salud e higiene ocupacional del talento humano, de acuerdo con las normas existentes, las políticas de la organización y la legislación correspondiente.

C.5. Gestionar la calidad de los procesos productivos y de servicio, aplicando técnicas de control de proceso, de acuerdo con su plataforma estratégica.

D.1. Dirigir la empresa, de acuerdo con su plataforma estratégica.

D.2. Administrar los procesos operativos, con criterios de liderazgo, calidad, productividad y responsabilidad social.

D.3. Gestionar los sueldos, salarios y el desarrollo del personal de la organización, de acuerdo con las políticas establecidas y la legislación vigente.

D.4. Gestionar el mercadeo y venta de los bienes y/o servicios con criterios de oportunidad y sostenibilidad en un mundo global.

E.1. Interpretar la economía y gestionar las finanzas de la empresa, en función de sus políticas y estrategias.

E.2. Gestionar los gastos y costos de la organización, con criterios de liderazgo, optimización, rentabilidad y oportunidad.

E.3. Gestionar los proyectos de inversión, de acuerdo con el direccionamiento estratégico de la organización.

E.4. Administrar el riesgo organizacional, según políticas establecidas<sup>\*\*\*75</sup>.

---

\*\*\*<sup>75</sup> Disponible en: <http://industrial.utp.edu.co/ingenieria-industrial>

## **9. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **9.1. PLANEACIÓN EXTENSIVA DEL DISEÑO EXPERIMENTAL.**

#### **9.1.1. Identificación del proyecto formativo de interés del experimento.**

De acuerdo con análisis previos relacionados con la disponibilidad horaria, tiempo de dedicación para la capacitación en el desarrollo de los escenarios de intervención para el experimento y un análisis en la malla curricular del programa de Ingeniería Industrial, se pudo realizar el experimento en el proyecto formativo de **Procesos Estocásticos**, para estudiantes de VI Semestre del Programa de Ingeniería Industrial. El análisis en la malla curricular se justifica con la necesidad de iniciar una propuesta de evaluación por competencias en una asignatura que corresponda al área de Operaciones del programa, con el fin de verificar el desempeño de los estudiantes en el fortalecimiento de competencias relacionadas con herramientas de Investigación de Operaciones para fortalecer el proceso de toma de decisiones como ingenieros industriales.

En la tabla No. 14 se detalla el proyecto formativo definido en el proceso de rediseño curricular del programa de Ingeniería Industrial, para la asignatura Procesos Estocásticos.

#### **9.1.2. Definición de la competencia de interés del experimento.**

El proyecto formativo de Procesos Estocásticos ofrece dos competencias específicas: “Identificar los Procesos Markovianos para plantear modelos y resolverlos” e “Identificar los procesos de Líneas de Espera utilizando técnicas que permitan tomar decisiones apropiadas para el mejoramiento de la eficiencia de estos procesos”, siendo objeto de interés del presente estudio la primera competencia específica, en donde se ilustra la planeación, ejecución y análisis estadístico de los resultados para esta competencia, y posteriormente se ilustra la propuesta de planeación de Diseño Experimental para la segunda.

Con los resultados que se obtengan de este experimento, se pretende:

- Descubrir el impacto que ejerce el factor metodología en el aprendizaje del estudiante.
- Determinar diferencias estadísticamente significativas frente al uso de diferentes factores (metodología, rendimiento académico en la carrera, docente) en el aprendizaje y proceso de formación del estudiante.
- Realizar análisis de interacciones que existen frente a los factores identificados, descubriendo si un conjunto de ellos o uno solo afecta estadísticamente la variable de respuesta.

Una vez identificado y planteado el problema de investigación, se ilustra en esta etapa el contenido sobre la planeación del Diseño Experimental. Aquí se ilustran los aspectos iniciales del experimento, dado que se involucra la necesidad de realizar un estudio estadístico que permita efectuar comparaciones y mediciones cuantitativas sobre el nivel de aprendizaje de los estudiantes en formación de una asignatura del pregrado de Ingeniería Industrial, dentro del modelo de formación y evaluación por competencias.

**Población:** Ha sido definida como aquellos estudiantes matriculados en la asignatura Procesos Estocásticos en el periodo académico 2013-2, de los grupos 101 y 102 de jornada especial, todos pertenecientes al programa de Ingeniería Industrial. Para efectos de interpretación y análisis de esta población, de aquí en adelante se denominarán grupos 1 y 2, respectivamente.

**Muestra:** Se determina mediante la técnica de curvas de operación característica, objetivo principal del cálculo de tamaños de muestra en la metodología de los diseños y análisis de experimentos. Como técnica de muestreo, las curvas de operación característica permite calcular el número adecuado de réplicas para cada tratamiento, teniendo en cuenta el número de factores y niveles en el Diseño Experimental y una medida de error permitido en términos de la variable de respuesta. En el numeral 12.1.5 se encuentra el procedimiento y cálculos respectivos.

**Unidad muestral:** Conjunto de estudiantes seleccionados en el desarrollo del experimento. Cabe aclarar que para ser una investigación que pertenece al campo de la Educación, las variables que se pretenden medir corresponden a los rendimientos que los estudiantes puedan tener en una situación académica específica; por lo tanto se hizo necesario contar con la aprobación de los estudiantes para participar del experimento. Además, según la revisión del estado del arte, autores como McGowan, advierten que la planeación extensiva del diseño experimental no deberá perturbar las condiciones óptimas de desempeño de los estudiantes, debe darse la libertad de quien desee participar, y el procedimiento del experimento no debe ir en detrimento con su experiencia de aprendizaje<sup>76</sup>.

### **9.1.3. Identificación de Variable de Respuesta, Factores, Niveles y Unidad Experimental**

**9.1.3.1. Variable de Respuesta.** La variable principal de interés del presente proyecto corresponde al rendimiento académico del estudiante en su desempeño en las pruebas realizadas en el experimento. Esta variable está asociada con la pregunta de investigación: El rendimiento académico de los estudiantes como medida cuantitativa que permita determinar si los factores en estudio tienen una relación significativa o no significativa desde el punto de vista estadístico frente a un cambio en los mismos.

---

<sup>76</sup> MC GOWAN, Herle. Planning a Comparative Experiment in Educational Settings. Journal of Statistics Education. Volume 9, No. 2, 2011. Disponible en: <http://www.amstat.org/publications/jse/>

9.1.3.2. Factores y Niveles. Los factores potenciales son aquellos en los que se busca su variabilidad en el experimento para medir el efecto que cada uno de ellos tiene sobre la variable de estudio o de interés (variable de respuesta)<sup>77</sup>. Para el experimento en estudio, los factores identificados corresponden a aquellos relacionados directamente con el impacto de la variable de respuesta:

- Metodología seguida en clase
- Docente, y
- Rendimiento Académico.

La variable de interés definida corresponde al rendimiento obtenido por el estudiante luego de desarrollar determinada competencia, ponderada de acuerdo a un procedimiento específico, para obtener un dato numérico que permitirá realizar la comparación en el análisis estadístico posteriormente.

- a. Factor Metodología:** Consiste en la forma en que se orientará determinada temática en el salón de clases, con el fin de que el estudiante logre desarrollar hasta cierto nivel las competencias asociadas a esta temática.

Nivel Lúdica: Se refiere a un método basado en creación de escenarios en el salón de clases, a modo de juegos, en donde el estudiante puede recrear diferentes situaciones de la vida real en pequeña escala. Son los Micromundos, como los llama Peter Senge<sup>78</sup>, en donde el participante (en este caso el estudiante) podrá interactuar con los demás compañeros y lograr una construcción colectiva del conocimiento. Actividad lúdica, vista como una dimensión transversal, inherente al desarrollo humano en toda su dimensionalidad, que parte de la cotidianidad y utiliza el juego y la creatividad para la solución de un problema real<sup>79</sup>.

Nivel Tradicional: Se refiere al conjunto de actividades a seguir en el salón de clases en donde se evidencia una orientación magistral, la cual es definida como la metodología de presentación de conceptos a través de un conversatorio realizado por el docente sobre una temática en particular, con apoyo de material audiovisual o por presentación de la temática a través del uso de deducción del tópico en un tablero<sup>80</sup>. El docente prepara su tema y lo enseña a

---

<sup>77</sup> MONTGOMERY, Douglas. Diseño y Análisis de Experimentos. Segunda Edición. Limusa Wiley. México, D.F. 2010, p.14.

<sup>78</sup> SENGE, Peter, *et al.* La Quinta Disciplina en la Práctica. Ediciones Granica, 1994. Décima edición.

<sup>79</sup> ROCHA, Jair, ARANGO, Carlos Andrés, GUTIERREZ, Hernando. Diseño de una metodología experimental para la medición del impacto de la lúdica en la aprehensión del conocimiento. En: 7 Encuentro Nacional de la Comunidad GEIO, (Octubre 2011, Bogotá). Memorias. Bogotá.

<sup>80</sup> ISAZA, A. Clases magistrales, versus actividades participativas en el pregrado de medicina. De la teoría a la evidencia. Citado por ROCHA, Jair, ARANGO, Carlos Andrés, GUTIERREZ, Hernando. Revista de estudios sociales No. 20. 83-91.

través de lecturas, comprensión de lectura y algunas ocasiones, pone a interactuar a los estudiantes con tareas. A veces se ayudan de diapositivas seguidas o resumidas de un texto, complementando con una clase magistral<sup>81</sup>.

- b. Factor Promedio de Carrera:** Es un factor que permite determinar el rendimiento del estudiante, de acuerdo a cierto nivel del factor metodología, pero con un rendimiento promedio de carrera específico. Este factor se enfoca en la identificación de las características propias que tenga el grupo de estudio frente al rendimiento académico en promedio de notas obtenidas durante cada semestre a lo largo de su proceso de formación profesional.

De acuerdo con Wetman y Whiteside<sup>82</sup>, se afirma que el enfoque con una metodología de aprendizaje activo en una clase, se puede favorecer el desempeño de un estudiante con bajo promedio de calificación (GPA, Actitudes del estudiante y el desempeño durante el curso, por sus siglas en inglés), y desfavorecer a un estudiante con alto promedio de calificación. De acuerdo con la revisión del estado del arte, autores como Kieth A. Carlson, Jennifer R. Winquist<sup>83</sup>, demuestran que este comportamiento no siempre sucede de igual forma, pero indican que es importante de considerar este factor como uno de los más importantes en el Diseño Experimental.

De acuerdo con la selección de los estudiantes (unidades experimentales), se realizó un estudio del rendimiento académico de cada estudiante durante toda su carrera con el promedio obtenido en cada semestre. De acuerdo con esta información se realizó un análisis de Pareto para identificar los rangos de rendimiento y poder determinar o asignar una escala cualitativa de niveles para este factor, de tal manera que en cada uno de los tres grupos de estudio se tenga una cantidad equivalente de estudiantes por cada tipo de combinación. Por ejemplo, lograr una asignación de igual cantidad de estudiantes, (en la medida de lo posible), que cumplan características de rendimiento académico durante la carrera en términos alto, medio y bajo.

Una vez obtenido la nota promedio ponderada de carrera de cada estudiante, se realizó el siguiente análisis (ver tablas 6, 7 y 8), en donde por cada grupo de estudiantes se calcula el porcentaje asociado sobre la suma de la nota promedio y se calcula su acumulado:

---

<sup>81</sup> BOOKER, Esther, PRAGMAN, Claudia. Minnesota State University Mankato. Fred L. Kitchens, Ball State University. Carl Rebman Jr., University of San Diego.

<sup>82</sup> Weltman, D. and Whiteside, M. 2010, "Comparing the Effectiveness of Traditional and Active Learning Methods in Business Statistics: Convergence to the Mean," Journal of Statistics Education [Online], 18(1), [www.amstat.org/publications/jse/v18n1/weltman.pdf](http://www.amstat.org/publications/jse/v18n1/weltman.pdf)

<sup>83</sup> CARLSON, Kieth, WINQUIST, Jennifer, 2011. Evaluating an active learning approach to teaching introductory statistics: A classroom workbook approach. Journal of Statistics Education. Volumen 19, No. 1, 2011. Disponible en: <http://www.amstat.org/publications/jse>

Tabla No. 6. Relación de nota promedio de carrera de los estudiantes pertenecientes al grupo 2.

Estudiante No.	Nota promedio de carrera ordenada	Porcentaje asociado	Acumulado
1	4,63	4,83%	4,8%
2	4,43	4,61%	9,4%
3	4,33	4,51%	13,9%
4	4,18	4,35%	18,3%
5	4,05	4,22%	22,5%
6	3,90	4,06%	26,6%
7	3,88	4,05%	30,6%
8	3,73	3,89%	34,5%
9	3,73	3,88%	38,4%
10	3,68	3,83%	42,2%
11	3,68	3,83%	46,1%
12	3,67	3,82%	49,9%
13	3,63	3,79%	53,7%
14	3,62	3,77%	57,4%
15	3,52	3,67%	61,1%
16	3,51	3,66%	64,8%
17	3,51	3,66%	68,4%
18	3,47	3,62%	72,0%
19	3,44	3,59%	75,6%
20	3,43	3,58%	79,2%
21	3,38	3,52%	82,7%
22	3,38	3,52%	86,3%
23	3,34	3,48%	89,7%
24	3,33	3,46%	93,2%
25	3,32	3,46%	96,7%
26	3,20	3,33%	100,0%

Fuente: El autor

Tabla No. 7. Relación de nota promedio de carrera de los estudiantes pertenecientes al grupo 1.

Estudiante No.	Nota promedio de carrera ordenada	Porcentaje asociado	Acumulado
1	4,38	6,87%	6,87%
2	4,28	6,70%	13,57%
3	4,27	6,69%	20,26%
4	4,25	6,66%	26,92%
5	4,20	6,58%	33,51%
6	4,10	6,43%	39,93%
7	3,90	6,11%	46,05%
8	3,86	6,06%	52,10%
9	3,86	6,05%	58,16%
10	3,70	5,80%	63,96%
11	3,63	5,70%	69,65%
12	3,61	5,67%	75,32%
13	3,58	5,62%	80,94%
14	3,23	5,07%	86,01%
15	3,17	4,96%	90,97%
16	3,11	4,87%	95,85%
17	2,65	4,15%	100,00%

Fuente: El autor

De las tablas anteriores se puede observar que para cada grupo se tiene un total diferente de estudiantes dispuestos a participar del experimento. La última columna presenta una asignación por colores, en donde el color verde se asocia con el grupo de estudiantes que presenta un promedio académico de carrera acumulado de nivel alto, el color rosado es el conjunto de estudiantes que tienen un promedio de carrera en un nivel medio, y el azul indica el grupo de estudiantes con rendimiento de carrera en nivel bajo. Con esta convención, de manera aproximada se logra una distribución homogénea de los estudiantes por tres niveles de rendimiento académico. Las siguientes tablas expresan el resumen que explica esta asignación:

Tabla No. 8. Promedio y Desviación estándar de la nota promedio de carrera de los estudiantes objeto de estudio, por cada grupo.

	Grupo 1	Grupo 2
<b>Promedio nota general de carrera</b>	3,80	3,69
<b>Desviación Estándar</b>	0,39	0,37

Fuente: El autor



Tabla No. 9. Asignación de niveles luego de un análisis descriptivo para el factor promedio de carrera.

Nivel asignado	Rango estimado
ALTO	3.89 - 4.73
MEDIO	3.61 - 3.88
BAJO	2.65 - 3.60

Fuente: El autor

De acuerdo con lo anterior, se tiene que para cada rango, pertenecen la siguiente cantidad de estudiantes, concluyendo que de tal forma se puede garantizar un número homogéneo por cada nivel.

Tabla No. 10. Número de estudiantes asignados por cada grupo en los niveles definidos.

Cantidad de estudiantes que tiene cada grupo en la escala definida			
Intervalo		Grupo 1	Grupo 2
Alto	3.89 - 4.63	8	9
Medio	3.53 - 3.88	8	8
Bajo	3.20 - 3.52	9	12
TOTAL		25	29

Fuente: El autor

- c. **Factor Docente:** Es un factor potencial de diseño, porque dependiendo de la personalidad, competencias y nivel de capacitación del docente, se puede influir sobre la variable de respuesta. Se considera un **factor potencial de diseño de control**, de tal forma que se podrá **bloquear** en el análisis del Diseño Experimental, y estudiar el efecto de los dos factores anteriores sobre la variable de respuesta.

Nivel Docente 1. Corresponde al docente que orientará la temática de interés en el estudio, con competencias específicas de formación docente, y con conocimientos clave de la temática en especial. Docente de un grupo de la jornada especial del programa de Ingeniería Industrial.

Nivel Docente 2. Corresponde al docente que orientará la temática de interés en el estudio, con competencias específicas de formación docente, y con conocimientos clave de la temática en especial. Docente de un grupo de la jornada especial del programa de Ingeniería Industrial.

Unidad Experimental. El conjunto de estudiantes de la asignatura en estudio (Procesos Estocásticos), participantes en el experimento en la etapa de desarrollo de la competencia “Identificar los procesos Markovianos, para plantear los modelos y resolverlos”.

La descripción anterior se ilustra en la siguiente tabla resumen:

Tabla No. 11. Relación de los factores y niveles del experimento.

<b>Factor</b> <b>Nivel</b>	<b>Metodología</b>	<b>Promedio de Carrera</b>	<b>Docente</b>
<b>Nivel 1</b>	<b><u>Lúdica.</u></b> Corresponde al tipo de metodología definido mediante la creación de escenarios prácticos con base en lúdicas diseñadas y validadas desde el grupo GEIO, para formar en determinadas competencias.	<b><u>Alto.</u></b> Corresponde al promedio ponderado de carrera que cada estudiante lleva hasta el momento del experimento. El rendimiento alto corresponde a aquellos estudiantes que tienen un promedio de carrera entre 3,89 y 4,63.	<b><u>Docente 1.</u></b> Corresponde a uno de los docentes inscritos en el desarrollo del experimento, con competencias para orientar la temática de interés. Este docente orientará al grupo bajo los dos niveles de metodología definidos previamente.
<b>Nivel 2</b>	<b><u>Tradicional.</u></b> Metodología de enseñanza clásica, donde el docente instruye y emite la información al estudiante, y éste se convierte en un agente receptor y pasivo del proceso de aprendizaje. Se constituye para este experimento el método de orientación con talleres en clase, como parte de esta metodología.	<b><u>Medio.</u></b> Corresponde al promedio ponderado de carrera que cada estudiante lleva hasta el momento del experimento. El rendimiento medio corresponde a aquellos estudiantes que tienen un promedio de carrera entre 3,61 y 3,88.	<b><u>Docente 2.</u></b> Corresponde a uno de los docentes inscritos en el desarrollo del experimento, con competencias para orientar la temática de interés. Este docente orientará al grupo bajo los dos niveles de metodología definidos previamente.
<b>Nivel 3</b>		<b><u>Bajo.</u></b> Corresponde al promedio ponderado de	

		carrera que cada estudiante lleva hasta el momento del experimento. El rendimiento bajo corresponde a aquellos estudiantes que tienen un promedio de carrera entre 3,20 y 3,60	
--	--	--	--

Fuente: El autor

#### 9.1.4. Elección del Diseño Experimental

El presente experimento corresponde a un **Diseño Experimental Factorial**, donde se ha definido el análisis del efecto que tres factores inciden sobre la variable de respuesta, cada uno con niveles diferentes. Dos de los factores corresponden a las variables de interés del modelo (metodología de enseñanza y promedio de nota de la carrera), e tercer factor corresponde al factor de bloqueo, (Docente), dado que el diseño experimental analizará el rendimiento académico del grupo de estudiantes objeto de estudio y el factor docente podría calificarse como un factor de influencia a las condiciones del experimento.

Teniendo en cuenta lo expuesto por McGowan, en la revisión del estado del arte, se plantea una serie de inquietudes que se deben plantear para lograr una ejecución adecuada de un Diseño Experimental en el campo de la educación<sup>84</sup>:

**Tabla No. 12. Planeación Diseño Experimental según recomendación revisión bibliográfica**

Descripción del elemento a considerar en el Diseño Experimental	Planeación en el presente experimento
<i>¿Qué tecnología estará disponible para el instructor y/o para los estudiantes con la cual implementar el tratamiento?</i>	El diseño experimental estará definido por un procedimiento específico en el momento de ejecutarse, basado en el esquema de formación por competencias y la rúbrica como instrumento de evaluación adecuado a este procedimiento.
<i>¿De cuánto tiempo se dispone para desarrollar el tratamiento? Esto puede variar desde algunos minutos hasta una actividad entera en el semestre.</i>	Se dispone de un periodo académico para realizar la prueba piloto y la prueba completa.
<i>Cuántos tratamientos (dosis) son apropiados, o si es posible implementarlo con las restricciones dadas (por ejemplo, restricciones de tiempo, recursos, carga de trabajo)?</i>	La cantidad de tratamientos se define según el número de factores y de niveles (3 factores, uno de 3 niveles y dos de 2 niveles). El número de réplicas lo determinará la Técnica de Curvas de Operación Característica. Las limitaciones del estudio (como cantidad de estudiantes,

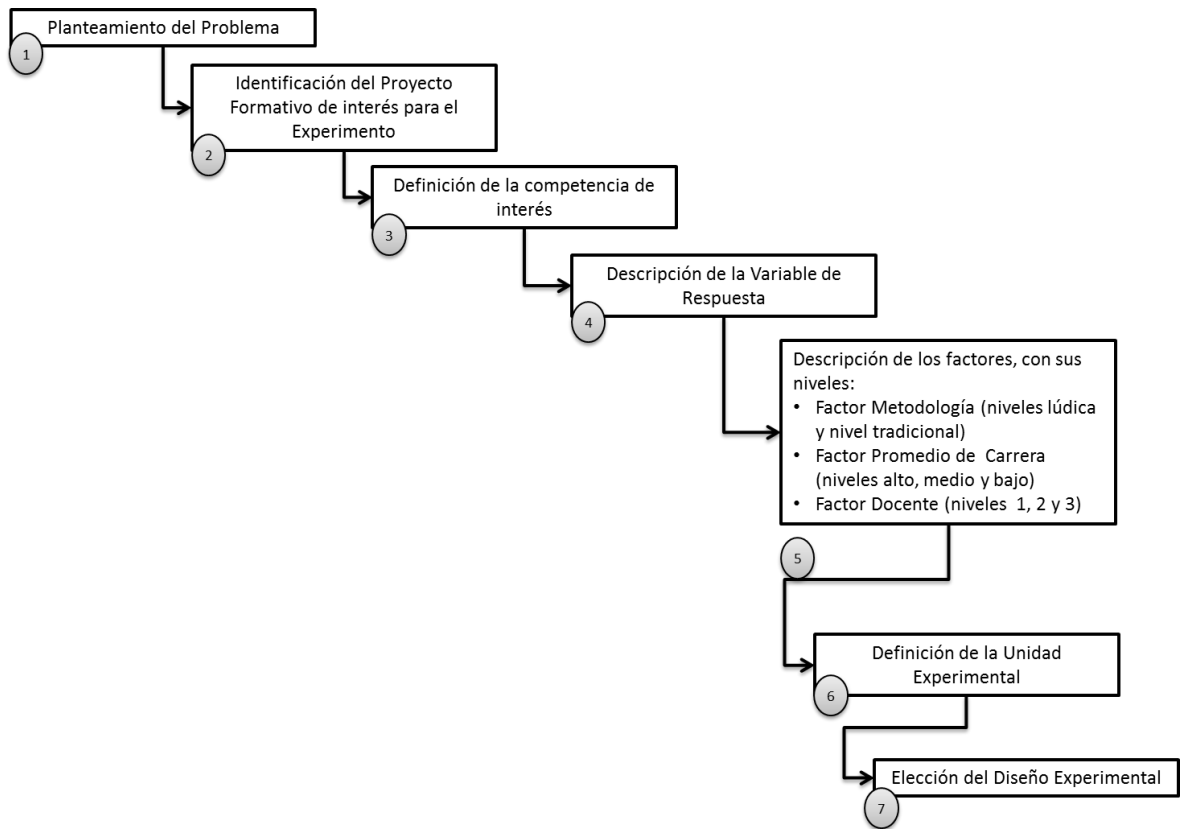
<sup>84</sup> MC GOWAN, Herle. Planning a Comparative Experiment in Educational Settings. Journal of Statistics Education. Volume 9, No. 2, 2011. Disponible en: <http://www.amstat.org/publications/jse/>

	jornada de estudio, entre otros), se describen detalladamente en el numeral 11.1.4.
<i>Cuántos niveles del tratamiento son necesarios? Por ejemplo, si la pregunta de investigación es de la forma “Es mejor cuando se aplica el tratamiento que cuando no?” entonces tendremos dos niveles (por ej. “con tratamiento” vs. “sin tratamiento”). Si la pregunta es de la forma “Cuántos tratamientos son mejor?” tendremos más de dos niveles (por ej. “alto” vs. “moderado” vs. “bajo”).</i>	El factor principal de estudio corresponde a dos niveles (metodología: lúdica o tradicional), en donde se pretende evaluar la significancia estadística del impacto que éste genera sobre la variable de respuesta (rendimiento académico).

Fuente: El autor

El siguiente diagrama corresponde a una ilustración final resumen de la etapa de planeación del Diseño Experimental:

Diagrama No. 2. Sistematización de la etapa de planeación del diseño experimental.



Fuente: El autor

## 9.2. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE FORMACIÓN EN EL PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

La Facultad de Ingeniería Industrial, en su programa de Ingeniería Industrial ha venido participando de la implementación de un modelo de formación basada en competencias, buscando articular las actuales necesidades de formación en ingeniería a nivel nacional, con las competencias que debe poseer un ingeniero industrial egresado de esta universidad. El enfoque de formación por competencias se ha logrado implementar como respuesta a un proceso de análisis, reflexiones curriculares y cambios en los esquemas de formación, buscando una integración de diferentes niveles de competencias, generales y específicas, en los ingenieros industriales en formación. La formación por competencias debe partir de un enfoque de pensamiento complejo, en donde se puede abordar, según Morín, las competencias como procesos de desempeño integrales y dinámicos<sup>85</sup> en donde cada persona, en un contexto específico, genera soluciones a diferentes problemáticas.

La formación de competencias debe contextualizarse en el marco de una comunidad determinada para que posea pertinencia y pertenencia<sup>86</sup>. Este tipo de formación comprende una característica importante de idoneidad, en donde se debe promover, según Tobón, una articulación de los tres saberes del conocimiento: Saber, Saber hacer y Saber ser en contexto. El desempeño idóneo es un proceso en el que una persona resuelve un problema acorde con unas pautas construidas colectivamente de eficiencia y eficacia, integrando el saber conocer (poseer conocimiento del entorno y conceptos de lo que se va a realizar, así como estrategias para procesar la información mental), con el saber ser (motivación de logro, valores y regulación de las emociones y del trabajo con otros) y el saber hacer (manejar técnicas y procedimientos pertinentes)<sup>87</sup>.

De acuerdo con una metodología de diseño, apropiación e implementación del modelo de formación por competencias, el programa de Ingeniería Industrial ha iniciado un proceso de rediseño curricular de tal forma que se pueda articular estos tres saberes en los contenidos curriculares y en los procesos de formación del profesional en Ingeniería Industrial.

El concepto del ingeniero industrial ha surtido un proceso de evolución, donde ha pasado de una concepción clásica de Ingeniero Industrial (fuerte en ciencias básicas), a un ingeniero que incorpore un análisis holístico de diferentes situaciones en el entorno

---

<sup>85</sup> MORÍN, E. Introducción al pensamiento complejo. Barcelona: Gedisa. 1996.

<sup>86</sup> TOBÓN, S. Formación basada en competencias. Pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica. ECOE Ediciones, 2006, p. 13.

<sup>87</sup> COMITÉ TÉCNICO DE FORMACIÓN POR COMPETENCIAS. Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Tecnológica de Pereira. Reunión de orientación hacia un rediseño curricular basado en formación por competencias. Pereira, 2010.

empresarial, y que abarca no solo las competencias propias de la disciplina sino habilidades que le permiten a desempeñarse en la sociedad<sup>88</sup>.

Al esquematizar el proceso de formación por competencias en el programa, se debe vincular aquellas competencias, que según el estudio y proceso de modernización realizado por los integrantes del programa, son de carácter transversal: pensamiento sistémico, responsabilidad social y la investigación. Estas competencias no tienen asignada una cátedra directa para su orientación, sino que en cada una de las asignaturas o proyectos formativos serán orientadas con la guía de los docentes<sup>89</sup>.

La incorporación de una noción integradora del proceso de enseñanza-aprendizaje del estudiante en formación, es la apuesta que actualmente se vincula en el proceso de modernización curricular, en donde, según Echeverry, se busca una interpretación de este a partir de las conexiones de las diferentes esferas involucradas en el proceso. Es así como se llega a una comprensión más profunda y menos distorsionada de la realidad<sup>90</sup>.

En la nueva estructura curricular, el programa de Ingeniería incluye la formación de cinco competencias globales y a partir de allí se han adoptado diferentes proyectos formativos, conservando la misma estructura de definición de objetivos, logros y metas a alcanzar con el desempeño demostrado en cada asignatura por los estudiantes en formación<sup>91</sup>.

*A: Aplicar conocimientos de las ciencias básicas, sociales y de ingeniería, en la solución de problemas complejos, orientados a la satisfacción de necesidades comunes de la sociedad en general y del individuo en particular, de acuerdo con los requerimientos del ámbito empresarial y su entorno.*

*B: Gestionar el uso de todos los recursos involucrados en los sistemas de producción y operaciones, servicios y distribución, utilizando modelos de la investigación de operaciones y la estadística, para innovar y desarrollar productos, de acuerdo con las demandas del medio.*

*C: Administrar la cadena de suministros y producción de bienes y/o servicios mediante criterios de calidad, productividad, oportunidad, responsabilidad social, respeto al medio ambiente y la mejora continua.*

---

<sup>88</sup> ECHEVERRY, Erika. Estudio y simulación de la cultura organizacional para la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira a través de la Teoría Fundamentada y la Dinámica de Sistemas. Proyecto de grado presentado para postularse al título de Magister en Administración del Desarrollo Humano y Organizacional. Universidad Tecnológica de Pereira, 2013. P. 192.

<sup>89</sup> Íbid, p.193.

<sup>90</sup> Íbid, p. 193.

<sup>91</sup> UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA, FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL. Competencias globales. Disponible en: <http://industrial.utp.edu.co/ingenieria-industrial/competencias/competencias-globales.html>

*D: Administrar la empresa o sus procesos estratégicos, operativos y de apoyo, de acuerdo con las políticas establecidas.*

*E: Gerenciar la organización o sus procesos, en función de criterios administrativos, económicos, sociales y las políticas y estrategias de la dirección.*

### **9.2.1. El proyecto formativo en el pregrado de Ingeniería Industrial**

De acuerdo con el proceso de implementación de esta nueva estructura curricular, se ilustran los proyectos formativos como aquellos **lineamientos** que permiten desglosar las competencias globales con las estrategias pedagógicas para la formación de los estudiantes en un área específica, de tal forma que permita dar solución a los nodos problematizadores expuestos en el modelo pedagógico. Lo anterior indica, que por cada asignatura, fue diseñado un proyecto formativo, con una serie de componentes clave para la articulación e integración de los problemas a resolver con las herramientas propuestas en cada asignatura, previamente definidas y designadas por las áreas fundamentales del programa de Ingeniería Industrial.

Para la selección del proyecto formativo, de acuerdo a la justificación expuesta, se definió el experimento, su diseño, ejecución y análisis de resultados, para el área de Investigación de Operaciones en la asignatura Procesos Estocásticos. Este proyecto formativo hace parte del nodo problematizador B: “*Gestionar el uso de todos los recursos involucrados en los sistemas de producción y operaciones, servicios y distribución, utilizando modelos de la investigación de operaciones y la estadística, para innovar y desarrollar productos, de acuerdo con las demandas del medio*”, y corresponde a la identificación de una serie de competencias desde el área de Investigación de Operaciones, necesarias para un adecuado proceso de toma de decisiones.

A continuación se detallan los componentes principales de su proyecto formativo:

Tabla No. 13. Ruta formativa Procesos Estocásticos

**RUTA FORMATIVA  
PROGRAMA DE FORMACIÓN: INGENIERÍA INDUSTRIAL**

ASIGNATURA	PROCESOS ESTOCÁSTICOS								
IDENTIFICACIÓN	Semestre	Código	Créditos	Prerrequisito	Horas				
	7	II613	3	II6A2	HT	HP	TH	HI	TTHH
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	Plantear y resolver modelos matemáticos que describan de forma aproximada los diferentes factores involucrados en la toma de decisiones a nivel de producción, inventarios, inversiones, operaciones, distribución de recursos disponibles								
<b>PROBLEMA ESPECÍFICO</b>	¿Cómo aplicar las técnicas usadas para el estudio de las cadenas de Markov y las líneas de espera, así como de entender los conceptos que las sustentan?								
<b>COMPETENCIA DE ÉNFASIS</b>	Tomar decisiones en problemas multicriterio o de objetivos múltiples por medio de las técnicas de programación por metas y los procesos de jerarquías analíticas								
<b>COMPETENCIAS ESPECÍFICAS</b>	-Identificar los procesos Markovianos, para plantear los modelos y resolverlos -Identificar los procesos de líneas de espera utilizando técnicas que permitan tomar decisiones apropiadas para el mejoramiento de la eficiencia de estos procesos.								
<b>CONTENIDO PROPUESTO</b>	<p><b>UNIDAD I. CADENAS DE MARKOV</b> Procesos estocásticos. Cadenas de Markov. Ecuaciones de Chapman-Kolmogorov. Primera ocurrencia. Clasificación de Estados. Probabilidades de estado estable. Costo de espera pro-medio por unidad de tiempo. Funciones complejas. Cadenas absorbentes.</p> <p><b>UNIDAD II. DECISIONES CON LAS CADENAS DE MARKOV</b> Modelo políticas de reemplazo. Modelos de decisión Markovianos. Programación lineal y políticas óptimas aplicadas a procesos Markovianos. Procesos de decisión markovianos de período finito y métodos de aproximaciones sucesivas. Aplicaciones de las cadenas de Markov.</p> <p><b>UNIDAD III. TEORÍA DE COLAS</b> Introducción, estructura básica, terminología, nomenclatura, distribución exponencial y sus propiedades, el proceso de nacimiento – muerte. Modelo básico, nomenclatura de Kendall, un servidor, varios servidores. Graficas de Crommelin. Colas finitas. Población limitada. Tasas dependientes. Funciones de distribución de probabilidad arbitrarias. Servicios Erlang. Llegadas no Poisson. Disciplinas prioritarias. Redes de colas</p> <p><b>UNIDAD IV. DECISIONES CON TEORÍA DE COLAS</b> Aplicación y costeo de las líneas de espera. Aplicaciones de las cadenas de Markov en procesos de línea de espera. Programación estocástica.</p> <p><b>UNIDAD V. PROGRAMACIÓN ESTOCÁSTICA</b> Definición del modelo. Técnicas de solución. Complicaciones. Empleo de software.</p>								
<b>METODOLOGÍA DE LA ASESORÍA DIRECTA POR PARTE DEL DOCENTE</b>	Clases magistrales Estudio de casos Asesoría personalizada Trabajo en equipo Asesoría virtual Lecturas dirigidas, prácticas en el computador a través de WinQsb, hoja electrónica y laboratorios diseñados por los profesores del área.								
<b>RECURSOS</b>	Bibliografía especializada. Software especializado PROMODEL y WINQSB Windows, Excel. Sala de Informática. Direcciones electrónicas. Conexiones con otras Universidades								
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<p><b>Textos guía:</b> PRAWDA, Juan . Métodos y modelos de Investigación de operaciones Vol 2. Limusa. México.1991 JARAMILLO, Cesar. Algunas unidades de Procesos Estocásticos</p> <p><b>Bibliografía Complementaria:</b> COLEAN, R. Procesos Estocásticos. Limusa. México.1976 ROZANOV, Yuri. Procesos Aleatorios. Curso resumido. Mir. Moscú, 1973 SAATY, Thomas L. Elementos de la teoría de Colas. Aguilar. Madrid.1967</p> <p><b>Puntos virtuales de interés:</b> <a href="http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ingenieria/25741">www.virtual.unal.edu.co/cursos/ingenieria/25741</a> <a href="http://www.edustatspr.com/documentos/probabilidad/markov.pdf">www.edustatspr.com/documentos/probabilidad/markov.pdf</a> <a href="http://www.vc.ehu.es/campus/centros/farmacia/deptos-f/depme/profesor/gracia/defi.pdf">www.vc.ehu.es/campus/centros/farmacia/deptos-f/depme/profesor/gracia/defi.pdf</a> <a href="http://www.geocities.com/colegioabersan/matematicas.htm">www.geocities.com/colegioabersan/matematicas.htm</a></p>								

Fuente: Proyecto Modernización Curricular, Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Tecnológica de Pereira.



La tabla No. 14 contiene la descripción de la asignatura, con los datos generales de identificación (semestre, código, créditos, prerrequisito y horas), además de la vinculación con el problema general (o nodo problematizador), la pregunta de investigación que permite plantearse en el contexto del problema específico, las competencias de énfasis y específicas, además del contenido, metodología, evaluación y bibliografía que podrán detallarse en ilustraciones posteriores. Se rescata de esta imagen la definición de las competencias específicas, objeto de estudio y de profundización en el presente proyecto:

- Identificar los procesos Markovianos, para plantear los modelos y resolverlos.
- Identificar los procesos de líneas de espera utilizando técnicas que permitan tomar decisiones apropiadas para el mejoramiento de la eficiencia de estos procesos.

### **9.2.2. Identificación de la competencia específica de interés para el experimento**

Luego de haber escogido las competencias específicas de evaluación de Procesos Estocásticos, se determinó una socialización con los tres docentes participantes del experimento, en donde se decidió profundizar en el desempeño de la primera competencia: “Identificar los procesos Markovianos, para plantear los modelos y resolverlos”<sup>\*92</sup>, de acuerdo a los siguientes criterios:

- Grado de dificultad al momento de contextualizar al estudiante hacia el uso de Cadenas de Markov.
- Cronograma de desarrollo del curso planeado por los docentes del área.
- Necesidad de evaluar la importancia de esta herramienta en la toma de decisiones.

Además, este grupo de docentes propone un complemento en la redacción a esta competencia específica, logrando definirla así: “*Construir un modelo de un fenómeno aleatorio a través de Cadenas de Markov Discretas, para soportar la toma de decisiones*”. Queda esta propuesta planteada desde el presente proyecto para ser discutida y retroalimentada con la competencia definida previamente desde el Área de Investigación de Operaciones del programa de Ingeniería Industrial.

### **9.2.3. Definición de niveles y conductas observables para el proyecto formativo.**

Luego de un proceso de socialización y contextualización del proyecto y su experimento con los docentes participantes, se abrió un espacio de diálogo y construcción colectiva de

---

<sup>\*92</sup> Además se hace necesario aclarar que para el periodo académico del estudio, se presentó anomalía académica, debido a un paro estudiantil, lo que retrasó el desarrollo del trabajo de campo del presente experimento, y por lo cual obligó a tomar medidas de ajuste en la profundización del análisis, a través del diseño experimental, para la segunda competencia específica de este proyecto formativo.

los niveles y conductas observables, identificadas para la competencia específica anteriormente mencionada. A continuación se ilustra el resultado de esta construcción.

De acuerdo con Martha Alles la elaboración de las conductas observables debe estar en línea con la condición de calidad de la competencia específica de estudio. Para ello, en el proceso de diálogo y construcción colectiva con los expertos en la formación de esta competencia para los estudiantes de Ingeniería Industrial, se empezó a definir desde un nivel 0 (competencia no desarrollada), hasta un nivel 5 (competencia desarrollada en su totalidad), pasando por cada uno de los niveles descritos en la tabla No. 15, en donde, paulatinamente se permite la identificación de las conductas requeridas para validar la consecución o desarrollo completo de la misma.

Tomando como escala de medida creciente (desde el nivel 1 hasta el nivel 5), se asocian porcentajes del 20% hasta el 100% de la competencia evidenciada.

Tabla No. 14. Niveles y conductas observables de la primera competencia específica para Procesos Estocásticos.

COMPETENCIA	CONDUCTAS OBSERVABLES	NIVEL
Construir un modelo de un fenómeno aleatorio a través de Cadenas de Markov Discretas, para soportar la toma de decisiones	Toma decisiones enfocadas a la mejora del proceso estudiado con base en los resultados obtenidos	Nivel 5 (80,00% - 100,00%)
	Resuelve el modelo e interpreta las probabilidades de transición en diferentes momentos del tiempo	Nivel 4 (60,00% - 79,99%)
	Construye la matriz de probabilidades con información histórica o recolectada	Nivel 3 (40,00% - 59,99%)
	Identifica los estados del fenómeno aleatorio y construye un diagrama de transiciones	Nivel 2 (20,00% - 39,99%)
	Identifica un proceso estocástico (fenómeno aleatorio y el tiempo como variable de referencia)	Nivel 1 (0% - 19,99%)
	No identifica un fenómeno aleatorio	Nivel 0 (no aplica)

Fuente: El autor

## **10. DISEÑO Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN**

El presente capítulo expone el proceso de diseño, análisis y validación del instrumento de evaluación por competencias, aplicado al experimento planeado. Se acude a la técnica de evaluación de Assessment Center, en la que se expone un escenario con una problemática particular, propia de la competencia específica de interés de evaluación para el proyecto, y se miden los resultados de los evaluados a través de la rúbrica, descrita como una de las herramientas más apropiadas en la evaluación por competencias. También se hace alusión a la metodología de factores de ponderación de acuerdo a los niveles identificados por la competencia de estudio, según Marta Alles.

### **10.1. LA TÉCNICA ASSESSMENT CENTER**

Es una técnica que constituye la evaluación del desempeño de una persona en un contexto específico. Se apoya de instrumentos de evaluación de situaciones hipotéticamente reales que permiten la visibilización de determinadas competencias y conductas de las personas, de tal forma que se pueda evaluar el nivel de desempeño de las mismas en esa situación simulada o recreada.

Peter Senge considera a los micromundos como unos escenarios recreados de la realidad a pequeña escala, en el cual un grupo de personas puede evidenciar determinada serie de problemáticas en un contexto específico y a partir de allí puede probar diferentes mecanismos de solución, reflexionar y generar una construcción y realimentación colectiva, generando espacios de aprendizaje organizacional.

Para el presente proyecto, se incluye la estrategia pedagógica del Grupo en la Enseñanza de la Investigación de Operaciones, GEIO, de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira; un grupo de investigación dedicado al fortalecimiento y desarrollo de diferentes conceptos, habilidades y competencias propias del Ingeniero en general, en donde a través de la recreación de escenarios lúdicos en el salón de clases, se puede dar espacio al planteamiento de problemas de la vida empresarial en espacios simulados y su posterior puesta en común de diferentes alternativas de solución, con el apoyo de herramientas específicas de una disciplina de la ingeniería.

Dentro del proceso de evaluación de la competencia específica relacionada con el manejo de Procesos Markovianos, se involucra la generación de un escenario lúdico donde los estudiantes participarán de manera activa, y donde los docentes podrán evaluar el desempeño y desarrollo de esta competencia específica a través de este escenario simulado.

Posteriormente, se abrirá espacio al complemento de evaluación por medio de la rúbrica, un instrumento de evaluación acorde con la metodología de formación y evaluación por competencias.

## 10.2. EL MÉTODO DE EVALUACIÓN POR COMPETENCIAS: LA RÚBRICA

Considerada como un instrumento de evaluación de aprendizaje, la rúbrica ofrece una guía precisa sobre cómo valorar el desempeño de una persona o un estudiante. Se compone de tablas que desglosan los niveles de desempeño en un aspecto determinado, con criterios específicos sobre rendimiento. En el nuevo paradigma de la educación, las rúbricas o matrices de valoración brindan otro horizonte con relación a los esquemas tradicionales de calificación que valoran el aprendizaje del estudiante<sup>93</sup>.

La rúbrica como herramienta de evaluación del desempeño por competencias, permite vincular la valoración de una persona, en este caso el estudiante, de acuerdo con un nivel alcanzado de una competencia específica. Su construcción indica que a través de una matriz de valoración, se puede apreciar claramente para el docente o el evaluador, el nivel de la competencia que ha alcanzado un estudiante, de acuerdo con un esquema de valoración por escalas (niveles).

El sistema de rúbricas permite al alumnado implicarse en el proceso a través de su propia evaluación, la de sus compañeros o coevaluando con el propio docente. Incluso se puede ir más allá, si se le brinda la oportunidad de colaborar en el diseño de esta herramienta.

El estudiante, mediante las rúbricas, conoce claramente cuáles son las expectativas del docente, adquiere las pautas que le guiarán en la consecución de las competencias de aprendizaje y sitúa con precisión las dudas y problemas surgidos durante el proceso.<sup>94</sup>

Análisis de varios autores sobre los nuevos esquemas de formación y evaluación en la enseñanza universitaria afirman que el aprendizaje del estudiante a través de la Educación Superior es complejo, multidimensional y que necesita valorarse a través de diferentes formas<sup>95</sup>. Considerando que la formación por competencias tiene como base el pensamiento complejo, se genera una propuesta para este proyecto de la aplicación de un método de evaluación coherente con la formación y evaluación por competencias, modelo implementado en la nueva estructura curricular del programa.

Como resultado de una construcción colectiva del grupo de docentes que participaron del presente experimento, se logró determinar la siguiente rúbrica de evaluación (Tabla No.

---

<sup>93</sup> GATICA-LARA, F., Uribarren-Berrueta, T. ¿Cómo elaborar una rúbrica? Revista Investigación en Educación Médica. Universidad Nacional Autónoma de México. Septiembre, 2012, disponible en:

[http://riem.facmed.unam.mx/sites/all/archivos/V2Num01/10\\_PEM\\_GATICA.PDF](http://riem.facmed.unam.mx/sites/all/archivos/V2Num01/10_PEM_GATICA.PDF)

<sup>94</sup> TORRES, J. PEREA, V. La rúbrica como instrumento pedagógico para la tutorización y evaluación de los aprendizajes en el foro on-line de educación superior. En Santero, J. Gil, J. Las autoevaluaciones y las rúbricas como instrumentos reguladores del aprendizaje. Revista Eval Trends Experiencias innovadoras en la sistematización de la evaluación. Universidad de Sevilla, España. 2011.

<sup>95</sup> MURPHY, R. Evaluating new priorities for assessment in higher education. En C. Bryan y K. Clegg. Innovative Assessment in Higher Education. New York, 2006. p. 37.

16), correspondiendo con los niveles anteriormente definidos para la competencia específica relacionada con el manejo de Procesos Markovianos:

**Tabla No. 15** Niveles y conductas observables de la primera competencia específica para Procesos Estocásticos.

**RÚBRICA DE EVALUACIÓN**  
**COMPETENCIAS, CONDUCTAS OBSERVABLES Y NIVELES.**  
**PROCESOS ESTOCÁSTICOS.**  
**INGENIERÍA INDUSTRIAL.**

ESTUDIANTE: \_\_\_\_\_

COMPETENCIA	CONDUCTAS OBSERVABLES	NIVEL	FRECUENCIA
Construir un modelo de un fenómeno aleatorio a través de Cadenas de <u>Markov</u> . Discretas, para soportar la toma de decisiones	Toma decisiones enfocadas a la mejora del proceso estudiado con base en los resultados obtenidos	Nivel 5	Muy frecuente
			Frecuentemente
			Ocasionalmente
	Resuelve el modelo e interpreta las probabilidades de transición en diferentes momentos del tiempo	Nivel 4	Muy frecuente
			Frecuentemente
			Ocasionalmente
	Construye la matriz de probabilidades con información histórica o recolectada	Nivel 3	Muy frecuente
			Frecuentemente
			Ocasionalmente
	Identifica los estados del fenómeno aleatorio y construye un diagrama de transiciones	Nivel 2	Muy frecuente
			Frecuentemente
			Ocasionalmente
Identifica un proceso estocástico (fenómeno aleatorio y el tiempo como variable de referencia)	Nivel 1	Muy frecuente	
		Frecuentemente	
		Ocasionalmente	
No identifica un fenómeno aleatorio	Nivel 0	Muy frecuente	
		Frecuentemente	
		Ocasionalmente	

Fuente: El autor

A cada nivel corresponde un rango de frecuencias determinado en ocasionalmente, frecuentemente y muy frecuentemente. Esto le indica al docente o al evaluador, determinar la frecuencia de ocurrencia en que el estudiante logra demostrar el desempeño correspondiente a determinado nivel (conducta observable).

### 10.3. EL CÁLCULO DE LOS FACTORES DE PONDERACIÓN Y LOS NIVELES REALES

Este tipo de evaluación parece tornarse subjetiva, de acuerdo con el nivel cualitativo de calificación en cada conducta; para ello se establece un proceso de ponderación y asignación numérica que permite codificar el nivel alcanzado en determinada competencia y poder explorar análisis cuantitativo, a través del Diseño Experimental en este caso, para poder realizar estudios de comparación.

En el esquema de evaluación del desempeño, Martha Alles afirma que el evaluador deberá valorar la eficiencia del evaluado en distintos aspectos, en condiciones normales de trabajo, es decir en su día a día<sup>96</sup>. Con base en lo anterior ha surgido la valoración de la frecuencia como una segunda escala de medición y evaluación o elemento de ponderación.

El concepto de la frecuencia en el comportamiento es fundamental en cualquier tipo de evaluación de desempeño, y en especial cuando se está evaluando el desempeño por competencias. De acuerdo con la metodología de ponderación de la frecuencia en los comportamientos, expuesto por Martha Alles, el método de corrección descendente es el que se aplica en el presente capítulo, para valorar cuantitativamente el desempeño por la competencia de estudio, en el experimento mencionado. En este método se pondera el comportamiento según la frecuencia, por lo tanto el evaluado debe responder a la pregunta sobre si ese comportamiento se produce siempre, frecuentemente, ocurre la mitad del tiempo o es ocasional<sup>97</sup>.

Dentro de las ventajas importantes de incluir la ponderación de las frecuencias, está el hecho de que se le obliga al evaluador a “pensar dos veces”. Primero al seleccionar el nivel de competencia alcanzado en el momento de la evaluación, y en segundo lugar, a ubicar la frecuencia, de acuerdo con los comportamientos y conductas observables durante un lapso de tiempo considerable.

Según la metodología expuesta por Martha Alles, se tomó como base y se ajustó el factor de ponderación para unas frecuencias específicas en el experimento del presente proyecto, con el fin de aplicar el método de evaluación de desempeño de competencias a los estudiantes objeto de estudio.

De acuerdo con cada frecuencia designada, su valor numérico se desprende de acuerdo con el nivel que se esté estudiando. Cada frecuencia contiene un factor de ponderación,

---

<sup>96</sup> ALLES, Martha. Desempeño por Competencias. Evaluación de 360°. Ediciones Granica. Montevideo, 2008, p. 131

<sup>97</sup> Íbid, p. 135.

de tal forma en que cuando se evalúe el desempeño de un estudiante, se pueda realizar un cálculo de ubicación en un nivel real. Esto indica que la calificación del nivel corresponde a la valoración inmediata o resultante de la prueba que esté desempeñando el estudiante en el momento de la evaluación, y la calificación con el rango de frecuencia, permite vincular una valoración de la periodicidad con que durante todo el curso, el docente ha percibido que el estudiante logra este nivel de competencia en un nivel ocasionalmente (33% del nivel correspondiente), frecuentemente (66% del nivel correspondiente) o muy frecuentemente (100% del nivel correspondiente). La siguiente tabla ilustra la clasificación y el factor de ponderación:

Tabla No. 16. Factor de ponderación y dato de desempeño real de los niveles de la competencia específica Manejo de Procesos Markovianos.

Nivel	Frecuencia	Ponderación	Ubicación en el nivel luego de la ponderación	Rendimiento académico
NIVEL 5 (80,00% - 100,00%)	Muy frecuentemente (100%)	1,0000	Nivel 5	5,0000
	Frecuentemente (66%)	0,6600	Nivel 4	3,6600
	Ocasionalmente (33%)	0,3300	Nivel 2	1,3300
NIVEL 4 (60,00% - 79,99%)	Muy frecuentemente (100%)	0,7999	Nivel 4	3,7999
	Frecuentemente (66%)	0,5279	Nivel 3	2,5279
	Ocasionalmente (33%)	0,2640	Nivel 2	1,2640
NIVEL 3 (40,00% - 59,99%)	Muy frecuentemente (100%)	0,5999	Nivel 3	2,5999
	Frecuentemente (66%)	0,3959	Nivel 2	1,3959
	Ocasionalmente (33%)	0,1980	Nivel 1	0,1980
NIVEL 2 (20,00% - 39,99%)	Muy frecuentemente (100%)	0,3999	Nivel 2	1,3999
	Frecuentemente (66%)	0,2639	Nivel 2	1,2639
	Ocasionalmente (33%)	0,1320	Nivel 1	0,1320
NIVEL 1 (0% - 19,99%)	Muy frecuentemente (100%)	0,1999	Nivel 1	0,1999
	Frecuentemente (66%)	0,1319	Nivel 1	0,1319
	Ocasionalmente (33%)	0,0660	Nivel 1	0,0660

Fuente: El autor

De acuerdo con el factor de ponderación, se logra identificar el nivel real en el que se encuentra el estudiante, luego de la valoración de su desempeño por el docente, y consecuentemente se asocia el porcentaje correspondiente. Por ejemplo:

Si como resultado de la valoración del desempeño de un estudiante se obtuvo que pertenece a un “Nivel 4” y una frecuencia calificada en “Frecuentemente” (esto indica que en la prueba realizada alcanzó este nivel y la frecuencia fue determinada de acuerdo a su desempeño en general durante el curso), se procede a realizar los siguientes cálculos:

Tabla No. 17. Ejemplo de evaluación de competencia por medio de la rúbrica.

Nivel	Frecuencia	Ponderación	Ubicación en el nivel luego de la ponderación	Rendimiento académico
NIVEL 5 (80,00% - 100,00%)	Muy frecuentemente (100%)	1,0000	Nivel 5	5,0000
	Frecuentemente (66%)	0,6600	Nivel 4	3,6600
	Ocasionalmente (33%)	0,3300	Nivel 2	1,3300
<del>NIVEL 4 (60,00% - 79,99%)</del>	<del>Muy frecuentemente (100%)</del>	<del>0,7999</del>	<del>Nivel 4</del>	<del>3,7999</del>
	<del>Frecuentemente (66%)</del>	<del>0,5279</del>	<del>Nivel 3</del>	<del>2,5279</del>
	<del>Ocasionalmente (33%)</del>	<del>0,2640</del>	<del>Nivel 2</del>	<del>1,2640</del>
NIVEL 3 (40,00% - 59,99%)	Muy frecuentemente (100%)	0,5999	Nivel 3	2,5999
	Frecuentemente (66%)	0,3959	Nivel 2	1,3959
	Ocasionalmente (33%)	0,1980	Nivel 1	0,1980
NIVEL 2 (20,00% - 39,99%)	Muy frecuentemente (100%)	0,3999	Nivel 2	1,3999
	Frecuentemente (66%)	0,2639	Nivel 2	1,2639
	Ocasionalmente (33%)	0,1320	Nivel 1	0,1320
NIVEL 1 (0% - 19,99%)	Muy frecuentemente (100%)	0,1999	Nivel 1	0,1999
	Frecuentemente (66%)	0,1319	Nivel 1	0,1319
	Ocasionalmente (33%)	0,0660	Nivel 1	0,0660

Fuente: El autor

El nivel alcanzado es el 4, con un porcentaje máximo de 79,99%; y su frecuencia está en un 66% sobre ese valor máximo, lo que indica un factor de ponderación de 0,5279. Una vez obtenido este nuevo dato, se ubica en los rangos definidos por cada nivel; para este caso este dato se encuentra en el Nivel 3 (ubicación en el nivel luego de la ponderación).

El cálculo del rendimiento académico final para cada estudiante se estima en el factor de ponderación, más las unidades alcanzadas una vez ubicado en el nivel real luego de la misma ponderación. Para el ejemplo esto es igual a:

$$\text{Rendimiento académico} = \text{Ponderación} + \text{equivalente nivel real}$$



$$\text{Rendimiento académico} = 0,5279 + 2 = 2,5279$$

Cada nivel alcanzado, luego de la ponderación, tienen un equivalente al mismo número del nivel, dada la escala definida entre 1 y 5 para la calificación. Por ejemplo, si realmente se alcanzó el nivel 1, se tendrá una unidad en su equivalente; si alcanzó el nivel 2, se tendrá dos unidades en su equivalente, etc.

El dato final de rendimiento académico se constituirá en la información proporcionada por los resultados de la rúbrica de evaluación, para alimentar los datos de la variable de respuesta en el análisis del Diseño Experimental.

#### 10.4. DISEÑO DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Dentro del proceso de socialización del Diseño Experimental y su planeación, los docentes participantes desde la asignatura de Procesos Estocásticos desarrollaron una construcción colectiva del instrumento de evaluación, buscando articular un conjunto de preguntas que, de manera sistemática, dieran orientación hacia el cumplimiento de las conductas observables y niveles de competencias definidas previamente.

Tabla No. 18. Competencia específica de estudio, conductas observables y niveles

COMPETENCIA	CONDUCTAS OBSERVABLES	NIVEL
Construir un modelo de un fenómeno aleatorio a través de Cadenas de Markov Discretas, para soportar la toma de decisiones	Toma decisiones enfocadas a la mejora del proceso estudiado con base en los resultados obtenidos	Nivel 5 (80,00% - 100,00%)
	Resuelve el modelo e interpreta las probabilidades de transición en diferentes momentos del tiempo	Nivel 4 (60,00% - 79,99%)
	Construye la matriz de probabilidades con información histórica o recolectada	Nivel 3 (40,00% - 59,99%)
	Identifica los estados del fenómeno aleatorio y construye un diagrama de transiciones	Nivel 2 (20,00% - 39,99%)
	Identifica un proceso estocástico (fenómeno aleatorio y el tiempo como variable de referencia)	Nivel 1 (0% - 19,99%)
	No identifica un fenómeno aleatorio	Nivel 0 (no aplica)

Fuente: El autor

Luego de la creación de los escenarios lúdicos donde se permite la participación activa del estudiante, y donde se busca evidenciar las conductas y comportamientos de acuerdo a la evaluación de la competencia específica en el manejo de Cadenas de Markov, fue necesario este proceso de construcción colectiva, en donde, con ayuda del cuestionario escrito, cada estudiante pudo dar evidencia de sus competencias para lograr la evaluación del desempeño.

En el Anexo 05 se detalla el cuestionario realizado para cada espacio de intervención en el experimento:

- Un cuestionario desarrollado por los docentes de cada grupo, en la orientación relacionada con el complemento al desarrollo de la lúdica Fábrica de Vasos, expuesta en la fase de refuerzo con actividad lúdica para el grupo experimental, (este cuestionario presenta la misma sistematización y metodología de los dos cuestionarios aplicados en la prueba piloto y en la prueba final)
- Un cuestionario como complemento al desarrollo de la lúdica Juego de los Osos Polares, expuesta en la fase de la Prueba Piloto.
- Un cuestionario como complemento al desarrollo de la lúdica Job Shop, expuesta en la prueba final.

En la medida en que el estudiante conteste adecuadamente cada pregunta del cuestionario, se podrá dar evidencia de qué nivel de la competencia ha alcanzado en la realización de la prueba.

## 10.5. VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Toda medición o instrumento de recolección de datos debe reunir tres requisitos esenciales: confiabilidad, validez y objetividad<sup>98</sup>:

- La **confiabilidad**: se refiere a grado o nivel en que un instrumento para recolectar información produce resultados consecuentes o coherentes con lo esperado por el investigador.
- La **validez**: es el grado en que un instrumento realmente mide la variable que se busca medir, se refiere a la pertinencia del mismo.
- La **objetividad**: indica el grado de independencia en que logra estudiarse la variable de estudio, mostrando el grado en que el instrumento es permeable a la influencia de los sesgos y tendencias de los investigadores y todas las personas que interactúan con éste.

En la etapa de validez del instrumento, Sampieri afirma que se pueden aplicar tres técnicas de validez: la validez de contenido, que se refiere al grado en que un instrumento refleja un dominio específico de contenido de lo que se mide. La validez de criterio establece la validez de un instrumento de medición al compararlo con algún

---

<sup>98</sup> SAMPIERI, Roberto. Metodología de la Investigación. Quinta Edición. McGraw-Hill, México, 2010. P. 200

criterio externo que pretende medir lo mismo. La validez de constructo debe explicar el modelo teórico empírico que subyace a la variable de interés<sup>99</sup>.

Para el experimento del presente proyecto se determinó:

- Prueba de confiabilidad. Es medida de acuerdo a la coherencia y grado de satisfacción que tenga la prueba con respecto a los objetivos planteados en el experimento. La prueba de confiabilidad se ilustra bajo el esquema de comparación de resultados del mismo estudiante quien contesta el cuestionario en dos escenarios, bajo la misma secuencia de preguntas.
- Validez de contenido. Para esta técnica de validez se tomó como base la validez de contenido, para evaluar la pertinencia y calidad del instrumento de medición. La técnica empleada fue el **criterio de expertos**. La validez de criterio debe aplicarse en los casos en que se pueda comparar el instrumento de medición con un criterio o fuente de comparación externa; para el caso particular, el diseño del instrumento de evaluación fue único y corresponde a la primera etapa de los estudios de evaluación por competencias, de acuerdo con el modelo de formación en el pregrado de Ingeniería Industrial. Además, la revisión bibliográfica realizada para el presente proyecto no evidencia una prueba común o ya desarrollada y validada, de acuerdo con las características del experimento.
- Análisis de objetividad. Siendo la variable de respuesta el indicador más importante de estudio para probar las hipótesis planteadas en el experimento, en el mismo análisis de resultados y en la construcción del modelo estadístico que permitirá efectuar comparaciones, se realizará una prueba de independencia de los datos en donde se puede analizar su nivel de objetividad.

## 10 51. Análisis de confiabilidad

La confiabilidad se refiere al grado en que la aplicación repetida del instrumento a las mismas unidades de estudio, en idénticas condiciones, produce iguales resultados, dando por hecho que el evento medido se mantiene<sup>100</sup>

La validez de expertos se refiere al grado en que un instrumento de medición valora la variable de estudio, de acuerdo con “voces calificadas”. Se encuentra vinculada a la validez de contenido. Regularmente se establece mediante la evaluación del instrumento ante expertos<sup>101</sup>. En el sentido del estudio del rendimiento académico de los estudiantes, es necesario identificar que la confiabilidad, como una medida de la validez, puede no ser perfecta, debido a que en los estudios donde se analizan comportamientos humanos

---

<sup>99</sup> *Ibid.* P. 203.

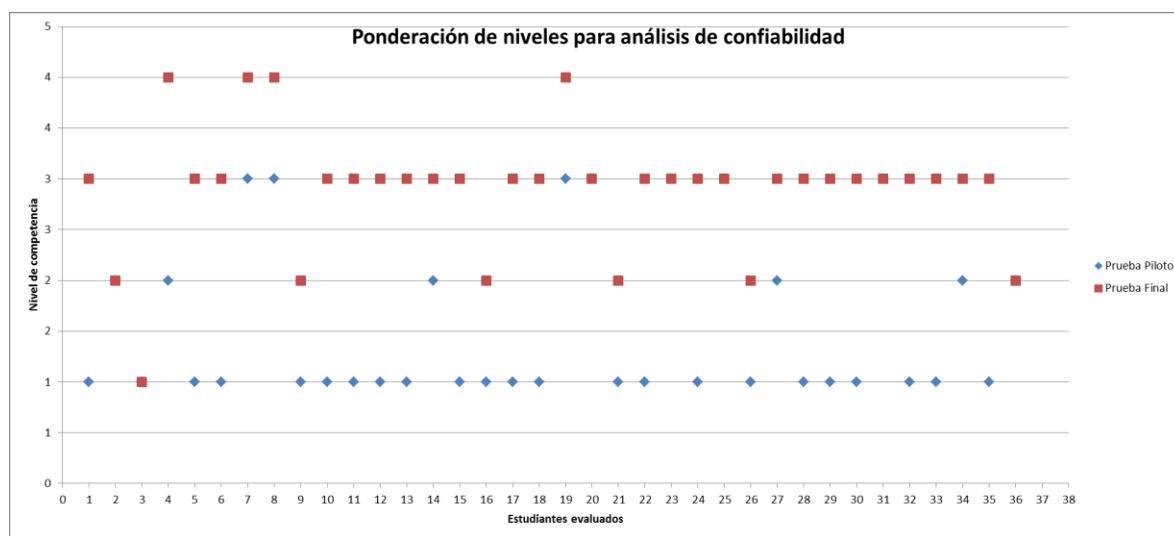
<sup>100</sup> HURTADO, Jacqueline. Metodología de la Investigación. Guía para la comprensión holística de la ciencia. Cuarta edición. Caracas. Quirón Ediciones, 2010.

<sup>101</sup> *Ibid.* P 204.

(como es el caso educativo), no suelen ser posible establecer relaciones funcionales exactas. Por ejemplo, si se estudia el rendimiento académico, según el nivel de ponderación bajo el esquema de competencias definido previamente, y a este mismo número de estudiantes se aplica una siguiente prueba, se generan diferentes factores que afectarían la generación de una correlación “perfecta”: aprendizaje, inteligencia, tiempo de la prueba, motivación, personalidad, entre otros.

Se hizo necesario analizar el coeficiente de correlación para los 36 participantes que realizaron dos pruebas, la prueba piloto y la prueba final, donde se pudo evaluar el desempeño por los niveles de competencia. A continuación se ilustra un gráfico que expone los resultados obtenidos por estos estudiantes:

Gráfico No. 1. Ponderación de niveles para análisis de confiabilidad del instrumento de evaluación



Fuente: El autor

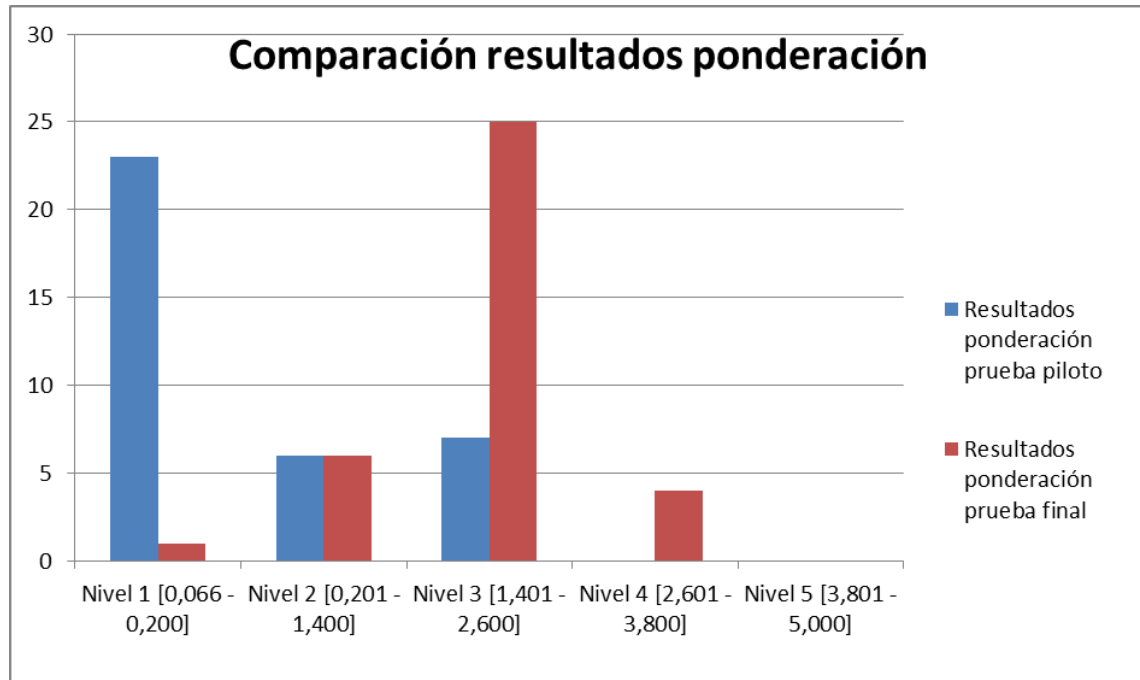
Según el contexto de análisis y validación de un instrumento de acuerdo a criterios de confiabilidad, algunos autores señalan que un instrumento puede ser confiable sin ser válido<sup>102</sup>. Con esta afirmación se refieren a instrumentos que miden determinadas variables, y pueden ser consistentes y no cambiar los efectos en una aplicación u otra, (confiable), pero a la hora de probar una validez cuantitativa, con apoyo de algún criterio estadístico, carecen de sentido.

La interpretación del análisis de confiabilidad, inicialmente se establece en términos cualitativos. La gráfica siguiente expone la evolución del rendimiento de los estudiantes participantes de la prueba piloto y la prueba final, donde se indica claramente un aumento en su rendimiento académico en la segunda prueba en comparación con la primera. Cabe aclarar que este comportamiento influencia de alguna manera el análisis del Diseño

<sup>102</sup> *Íbid*, p 810

Experimental, donde estos estudiantes presentan un mayor rendimiento en una segunda fase del mismo. El presente proyecto plantea una serie de reflexiones sobre la aplicación de la técnica de Diseño de Experimentos en el contexto educativo, exponiendo la importancia de analizar el contexto desde el punto de vista de la complejidad.

Gráfico No. 2. Comparación descriptiva de los resultados de ponderación, prueba piloto y prueba final.



Fuente: El autor

Planteando un análisis del coeficiente de correlación de Pearson, se estudió de manera categórica el resultado de cada estudiante en ambas pruebas, pudiendo comprobar el siguiente coeficiente:

$$r_{xy} = \frac{n \sum x \cdot y - (\sum x) \cdot (\sum y)}{\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \cdot \sqrt{n \sum y^2 - (\sum y)^2}}$$

Donde:

n → número de estudiantes evaluados

x → rendimiento académico obtenido en la prueba piloto

y → rendimiento académico obtenido en la prueba final

Para el caso de la prueba de correlación, se obtiene el siguiente resultado:

$$r_{xy} = 0,4100151$$

Lo que indica un grado de correlación positivo, no cercano a uno, pero indica un grado de confiabilidad marcado para la prueba. A continuación se calcula la raíz cuadrada del coeficiente de correlación, el cual proporciona la correlación entre los puntajes observados y los puntajes verdaderos del test (índice de confiabilidad del instrumento):

$$\sqrt{r_{xy}} = 0,6403242$$

Se puede concluir que el índice de confiabilidad del instrumento no está cercano a uno (1,00), pero indica un porcentaje considerable para orientar el instrumento de evaluación por competencias, según el análisis de confiabilidad.

Algunas desventajas, según Jacqueline Hurtado<sup>103</sup>, de la aplicación de la prueba de confiabilidad con prueba inicial y prueba final:

- El hecho de haber aplicado el instrumento en una primera ocasión puede afectar los resultados de la segunda aplicación.
- En el caso de las ciencias sociales, algunas veces no es posible acceder a todos los casos de la muestra piloto que participó en la primera aplicación.
- En el caso de algunas técnicas, como la observación de procesos, interacciones entre personas, sucesos..., los eventos no se repiten exactamente igual en diferentes momentos.

## 10 52. El método de validación a través de criterio de expertos

El instrumento de evaluación de desempeño de la competencia específica sobre el manejo de procesos markovianos para la toma de decisiones, fue puesto a prueba a través de la técnica de validación de expertos, en donde se consultó con los docentes y conocedores detallados de la temática de Cadenas de Markov, quienes tienen grandes conocimientos sobre el tema de interés.

Según Jacqueline Hurtado, dentro de los beneficios que presenta la validación a través de prueba de expertos se encuentra que la información disponible está siempre más contrastada que aquella de la que dispone el participante mejor preparado, es decir, que la del experto más conocedor del tema; además el número de factores que es considerado por un grupo es mayor que el que podría ser tenido en cuenta por una sola persona. **La percepción grupal, al igual que la construcción colectiva del instrumento de evaluación, resultan tener mejor y mayor impacto que la percepción individual**<sup>104</sup>.

---

<sup>103</sup> *Íbid*, p 810

<sup>104</sup> *Íbid*, p. 811.

Aunque no existe forma de determinar el número óptimo de expertos, estudios realizados por investigadores de la Rand Corporation, señalan que si bien parece necesario un mínimo de siete expertos teniendo en cuenta que el error disminuye notablemente por cada experto añadido hasta llegar a los siete, no es aconsejable recurrir a más de 30, pues la mejora en la previsión es muy pequeña y normalmente el incremento en los costos y en el trabajo a desarrollar en la investigación no compensa la mejora, sin embargo mientras más expertos se incluyan, se aumenta el riesgo de contar con personas que realmente no tiene las condiciones necesarias<sup>105</sup>.

Para la validación de la prueba de desempeño por competencias, se recurre al grupo de docentes con experiencia en la orientación de la asignatura Procesos Estocásticos, del programa de Ingeniería Industrial. En total se contó con la participación de 7 expertos en la temática.

De acuerdo con lo planteado en el numeral anterior, los cuestionarios diseñados fueron puestos a prueba en la validación de contenido bajo el criterio de expertos. El procedimiento realizado para tal validación se detalla a continuación:

### **PASO 1: Autoevaluación del nivel de conocimientos del experto**

Se desarrolló un cuestionario para que los expertos realizaran una autoevaluación del nivel de competencias adquiridas y desarrolladas relacionadas con la temática de estudio (Cadenas de Markov), de acuerdo con los siguientes puntos:

- I. Grado de conocimiento sobre la información que tiene sobre el tema de estudio.
- II. Autovaloración, contiene la calificación que el experto genera de acuerdo a seis fuentes de argumentación a las que acude en el momento de abordar u orientar el tema en estudio: análisis teórico, su experiencia en el diseño y análisis de problemas, trabajos de publicación nacional y/o internacional, lectura del estado del arte en el tema, desarrollo de trabajos de investigación específicos y su intuición.

El Anexo 06 ilustra el cuestionario para determinar el coeficiente de conocimiento de los expertos.

Teniendo en cuenta que un experto es “tanto un individuo en sí como un grupo de personas u organizaciones capaces de ofrecer valoraciones conclusivas de un problema y según el uso que se le dé en la investigación, hacer recomendaciones respecto a sus momentos fundamentales con un máximo de competencia”<sup>106</sup>, se realizó la primera etapa

---

<sup>105</sup> CAMPISTROUS P., L. y RIZO C., C. El criterio de expertos como método en la investigación educativa. Cuidad de la Habana, Cuba: Instituto Superior de Cultura Física “Manuel Fajardo”, 2006

<sup>106</sup> PEQUEÑO LAROUSSE ILUSTRADO. México D. F., México: Larousse, 1978.

donde se determinó la competencia de los expertos por el coeficiente ( $K$ ), el cual se calcula teniendo en cuenta la opinión del experto sobre su nivel de conocimiento acerca del problema que se está resolviendo ( $K_c$ ) y las fuentes que le permiten argumentar sus criterios ( $K_a$ ).

$K_c =$  Coeficiente de conocimiento en escala de 1 a 10, siendo 10 la mayor autovaloración

$K_a =$  Coeficiente de argumentación en categorías alto – medio – bajo

$$K = \text{Coeficiente de competencia} = \frac{K_c + K_a}{2}$$

De acuerdo con el cálculo de los coeficientes de conocimiento y de argumentación, se toma como base la siguiente escala para la determinación del nivel de competencia de acuerdo con la autovaloración que realizan los expertos:

Tabla No. 19. Patrón para calcular el coeficiente de argumentación de expertos

Fuentes de argumentación	Grado de influencia de cada una de las fuentes en sus criterios		
	Alto	Medio	Bajo
Análisis teórico realizado por el experto.	0,3	0,2	0,1
Experiencia en el diseño y análisis de problemas usando el modelamiento de Cadenas de Markov.	0,5	0,4	0,2
Trabajos de publicación nacional y/o internacional en el tema de modelamiento de Cadenas de Markov.	0,05	0,05	0,05
Lectura del estado del arte en el modelamiento de Cadenas de Markov, como referente de orientación en sus clases.	0,05	0,05	0,05
Desarrollo de trabajos de investigación específicos en la temática de modelamiento de Cadenas de Markov.	0,05	0,05	0,05
Su intuición.	0,05	0,05	0,05
<b>Escala de valoración (Rangos)</b>	<b>Alto</b> (0.8;1.0)	<b>Medio</b> (0.51;0.79)	<b>Bajo</b> (≤ 0.5)

Fuente: CAMPISTROUS P., L. y RIZO C., C. (2006). El criterio de expertos como método en la investigación educativa. Instituto Superior de Cultura Física “Manuel Fajardo”. Ciudad de la Habana, Cuba.



Después de aplicar la encuesta se inició el análisis de la información obtenida, siguiendo la metodología propuesta por L. Campistrous y C. Rizo para validaciones por medio del criterio de expertos.

## **Paso 2. Análisis de los resultados de la prueba de expertos**

El Anexo 07 ilustra el cuestionario planteado para cada experto, con respecto a los indicadores para valorar el instrumento de evaluación de competencia.

### **A. Análisis descriptivo**

De acuerdo con los 7 expertos que participaron, se concluye que el 57,1% de los expertos son hombres y el 42,9% son mujeres. El 57,1% tienen entre 25 y 35 años de edad; el 28,6% tiene entre 36 y 45 años y el 14,3% más de 45 años. En cuanto al nivel educativo, el 66,67% tiene título de magíster y el 33,3% se están desempeñando como profesionales en el campo de la docencia. El 85,7% tienen profesión de Ingeniería Industrial y el 14,28% Ingeniería Mecánica. Por último, en cuanto al tiempo de experiencia en docencia o en investigación, en promedio son 5 años aproximadamente.

### **B. Indicadores consultados y categorías señaladas**

A continuación se ilustra la tabla No. 21 con los resultados de la calificación que los expertos realizaron al cuestionario en estudio.

Tabla No. 20. Tabla coeficiente de argumentación de expertos.

<b>Tabla coeficiente de argumentación de expertos</b>				
<b>EXPERTO</b>	<b>Coficiente de conocimiento Kc</b>	<b>Coficiente de argumentación Ka</b>	<b>Coficiente de competencia K</b>	<b>Valoración</b>
1	0,9	0,9	0,9	Alto
2	0,8	1	0,9	Alto
3	0,9	0,8	0,85	Alto
4	0,6	1	0,8	Alto
5	0,8	0,9	0,85	Alto
6	0,5	0,6	0,55	Medio
7	0,7	0,9	0,8	Medio

Fuente: El autor

Los resultados de la valoración que realizaron los expertos al instrumento se ilustra de la siguiente manera, en donde por cada indicador, se contabiliza el total de expertos que calificaron determinada categoría (MA – Muy adecuado; BA – Bastante adecuado; A – Adecuado; PA - Poco adecuado; NA - No adecuado):

Tabla No. 21. Resultados de indicadores frente a las categorías calificadas por los expertos.

Indicador		MA	BA	A	PA	NA	TOTAL
1	Claridad	6	1	0	0	0	7
2	Integralidad	4	1	2	0	0	7
3	Pertinencia	4	3	0	0	0	7
4	Viabilidad	5	1	1	0	0	7
5	Coherencia	5	2	0	0	0	7

Fuente: El autor

### C. Frecuencia Absoluta Acumulada y Frecuencia Relativa Acumulada

Se calcula la frecuencia absoluta acumulada para cada indicador, de igual forma la frecuencia relativa, que corresponderá al valor probable de asignación, para la posterior comparación y cálculo de los puntos de corte.

Tabla No. 22. Frecuencia Absoluta Acumulada por cada indicador.

Indicador		MA	BA	A	PA	NA
1	Claridad	6	7	7	7	7
2	Integralidad	4	5	7	7	7
3	Pertinencia	4	7	7	7	7
4	Viabilidad	5	6	7	7	7
5	Coherencia	5	7	7	7	7

Fuente: El autor

Tabla No. 23. Frecuencia Relativa Acumulada por cada indicador.

Indicador		MA	BA	A	PA	NA
1	Claridad	0,86	1,00	1,00	1,00	1,00
2	Integralidad	0,57	0,71	1,00	1,00	1,00
3	Pertinencia	0,57	1,00	1,00	1,00	1,00
4	Viabilidad	0,71	0,86	1,00	1,00	1,00
5	Coherencia	0,71	1,00	1,00	1,00	1,00

Fuente: El autor

### Determinación de los puntos de corte

En la tabla No. 25 se ilustra la determinación de los puntos de corte, en donde, primero se calculó la distribución normal estándar invertida para cada dato de los indicadores y su categoría calificada (de acuerdo con la frecuencia relativa acumulada) y se calculan los promedios por fila y por columna.

Es necesario calcular el valor n que corresponde a la sumatoria de las sumas por filas y columnas, sobre el producto de número de categorías y número de indicadores.

$$n = \frac{\sum_j^m \sum_{i=1}^l x_i}{(\#categorías * \#indicadores)}$$

Donde:

i = 1, ..., 5 → Cantidad asignada en la frecuencia relativa acumulada para cada factor

j = 1, ..., 5 → Categoría asignada

Tabla No. 24. . Determinación de los puntos de corte.

	Indicador	MA	BA	A	PA	NA	Suma	Promedio	N-Promedio
1	Claridad	1,068	3,490	3,490	3,490	3,490	15,028	3,006	-0,325
2	Integralidad	0,180	0,566	3,490	3,490	3,490	11,216	2,243	0,437
3	Pertinencia	0,180	3,490	3,490	3,490	3,490	14,140	2,828	-0,147
4	Viabilidad	0,566	1,068	3,490	3,490	3,490	12,104	2,421	0,260
5	Coherencia	0,566	3,490	3,490	3,490	3,490	14,526	2,905	-0,225
	<b>Suma</b>	2,559	12,104	17,450	17,450	17,450	67,013		
	<b>Puntos de Corte</b>	0,512	2,421	3,490	3,490	3,490	13,403		

Fuente: El autor

$$n = \frac{67,013}{(5 * 5)} = 2,681$$

Para considerar el punto de referencia en la comparación de los resultados frente a lo esperado, se estiman los puntos de corte a través del promedio de los datos resultantes de la matriz de distribución normal estándar invertida, para cada categoría. El punto de referencia corresponde al punto de corte calculado para la categoría “Muy adecuado”, buscando comparar los resultados frente a esta clasificación.

La última columna ilustra el resultado de la diferencia entre el valor n con respecto al promedio de cada indicador. Dentro de los resultados se encuentra que este resultado, para los indicadores de claridad, integralidad, pertinencia, viabilidad y coherencia, son todos menores que el punto de corte de referencia (0,512), lo cual indica que los expertos coinciden en considerar como “muy adecuado” cada indicador del instrumento de evaluación. Por lo tanto se **valida** satisfactoriamente el instrumento de medición para el experimento, a través de la prueba de expertos. Por lo tanto:

Tabla No. 25. Comparación punto de corte para la máxima calificación del instrumento de validación.

N-Promedio	Punto de corte MA	Prueba <sup>107</sup>
-0,325	< 0,512	Cumple
0,437	< 0,512	Cumple
-0,147	< 0,512	Cumple
0,260	< 0,512	Cumple
-0,225	< 0,512	Cumple

Fuente: El autor

Tabla No. 26. Resultado final validación del instrumento de medición

Indicador		MA	BA	A	PA	NA
1	Claridad	SI	--	--	--	--
2	Integralidad	SI	--	--	--	--
3	Pertinencia	SI	--	--	--	--
4	Viabilidad	SI	--	--	--	--
5	Coherencia	SI	--	--	--	--

Fuente: El autor

---

<sup>107</sup> Esta prueba corresponde a la comparación de la calificación de los expertos, de acuerdo a los indicadores evaluados en el instrumento, en contraste con el valor de puntuación para la máxima calificación que es Muy Adecuado.

## 10.5. LOS ESCENARIOS LÚDICOS PROPUESTOS POR GEIO

### 10.5.1. El escenario “la lúdica como herramienta de enseñanza-aprendizaje”

El Grupo en la Enseñanza de la Investigación de Operaciones, GEIO, cuenta con más de nueve líneas de investigación, en donde para cada una tiene una serie de actividades lúdicas, diseñadas, evaluadas e implementadas en diferentes escenarios académicos (capacitaciones a otras instituciones, empresas, salones de clase, congresos, eventos académicos).

Dada la experiencia y trayectoria del grupo de investigación, además del interés particular de sus integrantes en el presente proyecto, se han ajustado las siguientes actividades lúdicas, de acuerdo con el propósito de las mismas, enfocado hacia el desarrollo y fortalecimiento de la competencia específica del manejo de Procesos Markovianos para la toma de decisiones.

En este sentido, se exponen a continuación los documentos oficiales de las actividades lúdicas, vistas como escenarios académicos de simulación de un problema específico, donde se puede dar solución de manera sistemática, a través de la herramienta Cadenas de Markov.

Cabe aclarar que la revisión y ajuste de estas actividades lúdicas fueron desarrolladas con el apoyo de los docentes participantes del estudio y los estudiantes pertenecientes al grupo GEIO. Además, cada actividad lúdica descrita está diseñada en relación con el propósito de una de las líneas de investigación, además de estar articulado, su objetivo principal, con la competencia específica de interés para este proyecto.

Tabla No. 27. Relación de actividades lúdica en los escenarios de intervención para las pruebas del Diseño Experimental.

<b>Nombre de la Lúdica</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Línea de Investigación</b>	<b>Espacio de aplicación en el experimento</b>
Fábrica de Vasos	Ilustrar un proceso productivo con unas características específicas, de tal forma que se pueda asociar la importancia de la aplicación de las Cadenas de Markov en el proceso de análisis de un	Producción Básica	Refuerzo con los estudiantes seleccionados en la metodología lúdica

	sistema productivo		
El juego de los Osos Polares	Identificar la importancia de la aplicación de las Cadenas de Markov en el análisis del comportamiento de las poblaciones de seres vivos.	Sistemas Dinámicos	Prueba Piloto
Job Shop	Estudiar el comportamiento de un sistema productivo tipo Job Shop a través de Cadenas de Markov	Producción Avanzada	Prueba Final

Fuente: El autor

En el Anexo 03, se detallan los objetivos, el procedimiento, materiales y demás componentes necesarios para desarrollar las actividades lúdicas descritas en la tabla 18.

### **10.5.2. El escenario “taller en clase”**

De acuerdo con las apreciaciones de los tres docentes participantes en el experimento, se diseñó un taller para ser desarrollado por el grupo de control, en el mismo tiempo en que se desarrollaba el refuerzo con lúdica para el grupo experimental. El taller ha sido diseñado guardando la coherencia de las conductas observables, y sin dejar de lado el interés de la competencia específica en estudio. En el Anexo 04, se ilustra el enunciado del taller.

## 11. DESARROLLO DEL EXPERIMENTO

Una vez identificadas las variables de respuesta, factores, tipo de diseño y demás elementos de planeación de diseño experimental, se procede a determinar el procedimiento de ejecución del experimento, de tal forma que se cumplan los objetivos planteados en el trabajo de campo y posteriormente obtener un análisis de los resultados.

Teniendo cada grupo de Procesos Estocásticos previamente definido, se procede de la siguiente manera:

Durante las primeras semanas del curso, el docente interviene de manera teórica al concepto de Cadenas de Markov, generando un espacio de aprendizaje con metodología tradicional de enseñanza, sin incluir ningún otro material pedagógico que pueda alterar de manera directa el ritmo de aprendizaje de los estudiantes<sup>\*\*\*\*108</sup>.

Luego, en la semana 7, cada docente divide el grupo aleatoriamente en dos, uno experimental y uno de control, en donde el primero tendrá un refuerzo en la orientación de la competencia en el manejo de Procesos Markovianos para la toma de decisiones por medio de un escenario lúdico, y el segundo tendrá un refuerzo, (por parte del mismo docente), con un taller en clase. Esta asignación de grupos experimental y de control corresponde a la generación de los dos niveles del factor de análisis Metodología, objeto de estudio. Además se debe tener en cuenta que esta asignación debe garantizar la participación de los estudiantes, tanto para refuerzo lúdica como para taller, de acuerdo a su rendimiento académico en la carrera (promedio de carrera) definida en sus niveles alto, medio o bajo.

Después de que cada docente realice los reforzos en cada grupo de estudiantes, se reúnen cierta cantidad de estudiantes para realizar la prueba piloto, la cual consiste en la puesta en marcha de un escenario lúdico en el salón de clases, en donde los estudiantes, tanto del grupo experimental como de control, pueden vivenciar un problema específico que requiere de la aplicación sistemática de un modelo de Cadenas de Markov, para poder evidenciar el desempeño adecuado de esta competencia. Finalmente se le entregará al estudiante un cuestionario donde de manera subsecuente podrá responder por escrito diferentes preguntas relacionadas con el planteamiento del modelo y le permitirá simultáneamente dar evidencia del nivel desarrollado de la competencia en mención.

Esta prueba piloto se estima realizar con un mínimo de dos estudiantes por cada tratamiento, para garantizar un estudio adecuado del tamaño de muestra.

---

<sup>\*\*\*\*108</sup> Cabe aclarar que los docentes tienen formas y metodologías de enseñanza diferentes, por esta razón, el factor docente es un factor de bloqueo, en donde se manejará a través de un diseño factorial por bloques, procurando disminuir la presencia de sesgo en los resultados en la variable de respuesta.

Posteriormente se obtendrá una evaluación preliminar de los resultados de la prueba piloto, en donde se podrá contar con datos numéricos de acuerdo al procedimiento de ponderación de los factores y niveles reales de la competencia de estudio. Con esta evaluación se podrá determinar el tamaño de muestra adecuado para la prueba final, de acuerdo con cierto nivel de confianza.

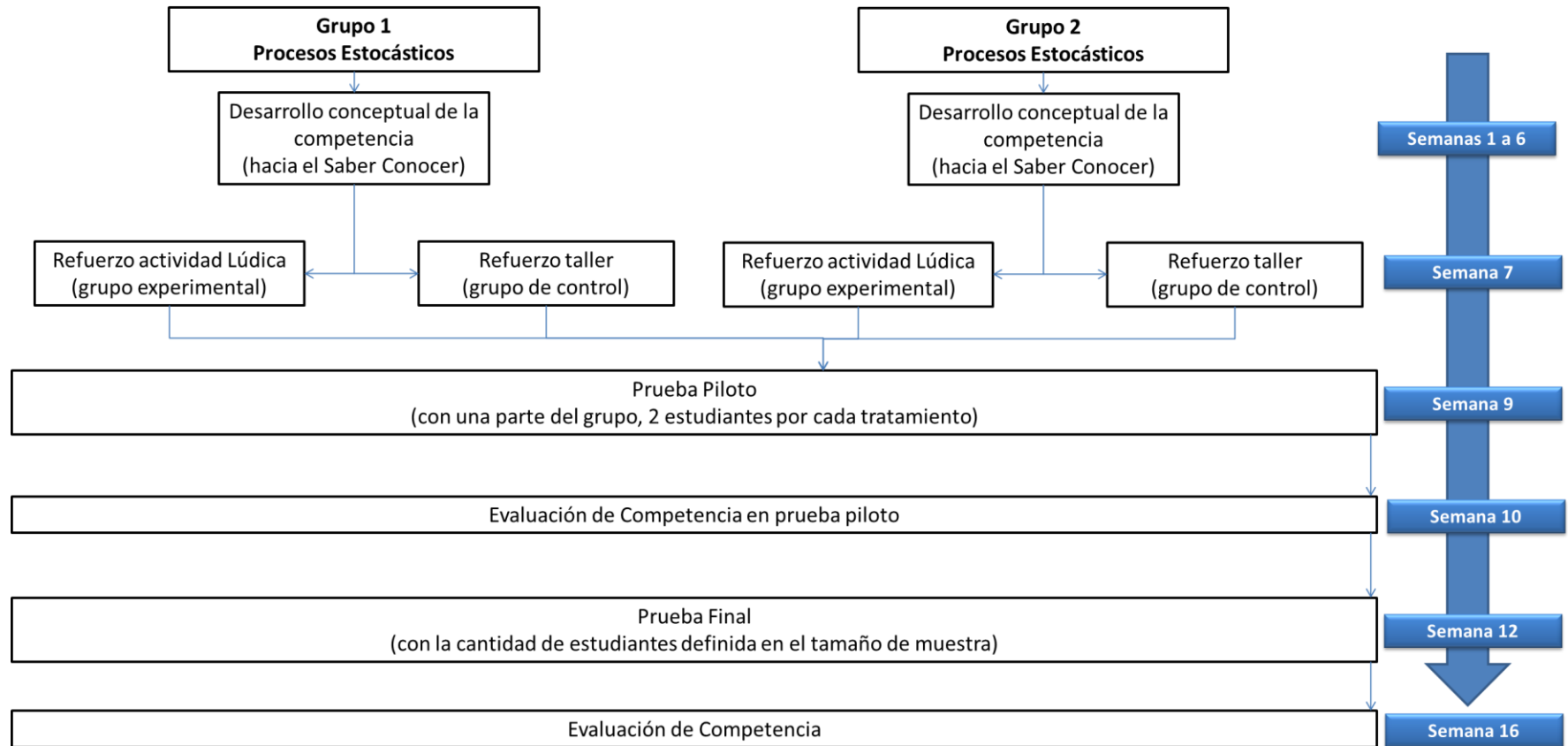
Finalmente, para la semana 12 aproximadamente, se procede a desarrollar la prueba final, también bajo el esquema de escenario lúdico, donde participan los estudiantes seleccionados aleatoriamente del tamaño de muestra, con el mismo procedimiento de simulación del escenario real y respuesta de cuestionario para evidenciar el nivel desarrollado de la competencia.

La evaluación final de los niveles de competencia y su factor de ponderación, alcanzados en la prueba final, se convierten en el análisis fundamental del Diseño experimental, en donde los factores Metodología, Promedio de Carrera y Docente serán evaluados estadísticamente, a través de las pruebas pertinentes.

Para mejor comprensión de este procedimiento, se ilustra la siguiente figura:



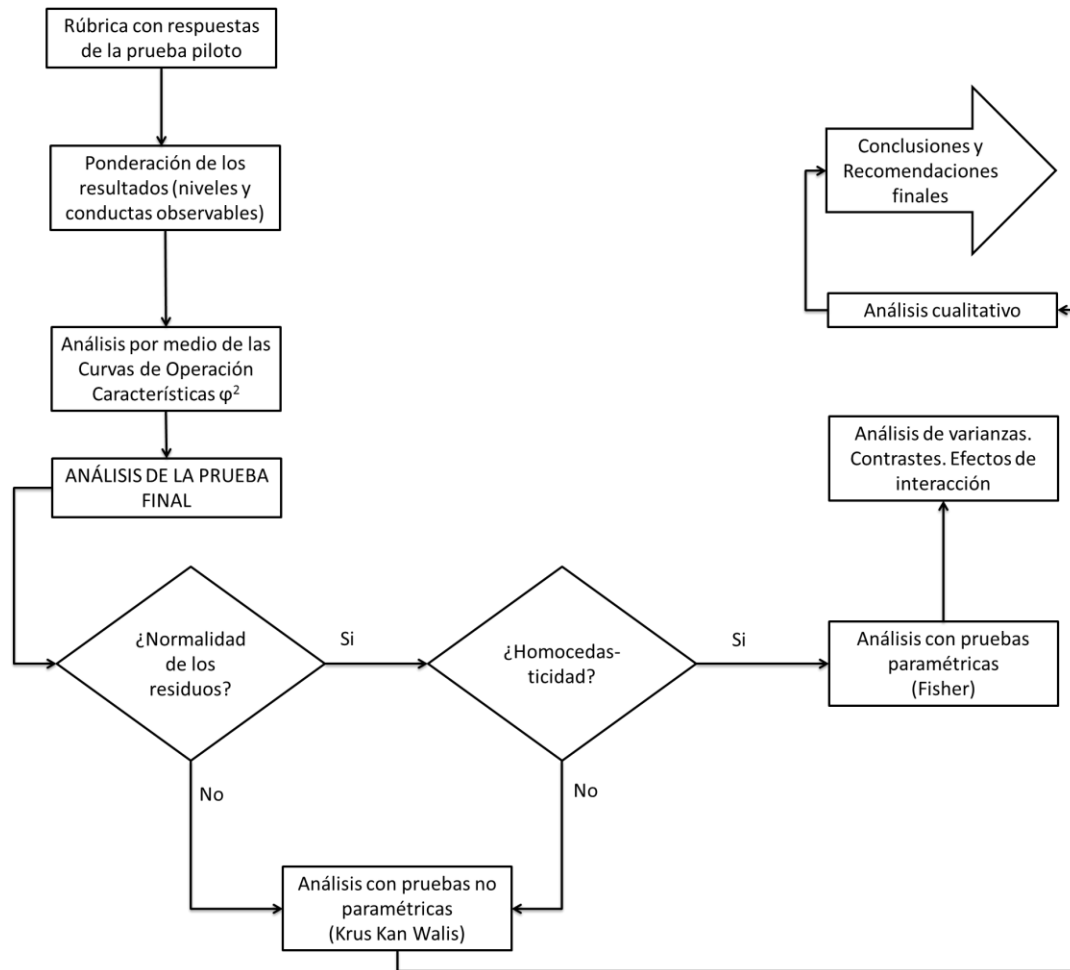
Diagrama No. 3. ¿Cómo se desarrollará el experimento?



Fuente: El autor

Mediante el siguiente diagrama, se puede visualizar de mejor manera los pasos a seguir para el desarrollo y análisis de resultados del experimento objeto de estudio:

Diagrama No. 4. Representación de las diferentes etapas del desarrollo del experimento.



Fuente: El autor

### 11.1. PRUEBA PILOTO

Una vez identificado y seleccionado el grupo de personas que participarán en el experimento, se realizó una introducción hacia el proyecto, de manera que se pudo contextualizar al estudiante frente a los objetivos del estudio y se hizo claridad frente a la no obligación de esta participación; es decir, se les aclaró a los estudiantes que quienes no estuviesen de acuerdo en participar, podrían hacerlo sin ninguna dificultad. Lo anterior con el fin de garantizar una completa participación y voluntad de los estudiantes en el presente proyecto.

Luego de pasar por la etapa de refuerzo, tanto para el grupo que recibió orientación con metodología tradicional como los que recibieron orientación con metodología lúdica, se procedió a desarrollar un escenario de participación inicial, con determinada cantidad de estudiantes de ambos tipos de orientación o metodología, para poder efectuar el análisis de la prueba piloto.

Número de estudiantes participantes en la prueba piloto: 2 por cada tratamiento (dos réplicas), para un total de 24 estudiantes en todas las combinaciones posibles (metodología con dos niveles, rendimiento académico durante la carrera de tres niveles, docente en tres niveles).

Escenario recreado: lúdica “*Juego de los osos polares*”, que busca representar el comportamiento de una población de seres vivos, de acuerdo con ciertas condiciones y herramientas prácticas de juego (dados, formatos, etc.)

Imagen No. 2. Desarrollo de la prueba piloto



Fuente: El autor

Una vez desarrollada la actividad lúdica, en interacción con los demás compañeros del grupo, los 24 estudiantes respondieron un cuestionario de manera individual, validado previamente.

### 11.1.1. Ponderación de factores

Tabla No. 28. Ponderación de factores por cada tratamiento o combinación. Docentes 1 y 2.

Docente 1. Grupo 1		Metodología					
		Lúdica			Taller		
		Código	Rendimiento	Ponderación	Código	Rendimiento	Ponderación
Promedio de carrera	Alto	Estudiante AL11	4,33	1,4	Estudiante AT 11	4,73	1,903
		Estudiante AL 12	3,96	1,122	Estudiante AT 12	4,18	1,681
	Medio	Estudiante ML 11	3,73	1,4	Estudiante MT 11	3,67	1,4
		Estudiante ML 12	3,77	1,045	Estudiante MT 12	3,82	1,4
	Bajo	Estudiante BL 11	3,49	1,264	Estudiante BT 11	3,49	1,264
		Estudiante BL 12	3,36	1,4	Estudiante BT 12	3,52	0,132

Docente 2. Grupo 2		Metodología					
		Lúdica			Taller		
		Código	Rendimiento	Ponderación	Código	Rendimiento	Ponderación
Promedio de carrera	Alto	Estudiante AL21	4,18	0,132	Estudiante AT 21	4,43	1,782
		Estudiante AL 22	4,33	1,396	Estudiante AT 22	3,9	1,569
	Medio	Estudiante ML 21	3,68	0,132	Estudiante MT 21	3,88	1,264
		Estudiante ML 22	3,68	0,132	Estudiante MT 22	3,62	0,132
	Bajo	Estudiante BL 21	3,43	0,132	Estudiante BT 21	3,51	1,412
		Estudiante BL 22	3,38	0,132	Estudiante BT 22	3,44	1,264

Convenciones: Cada estudiante le fue asignado un código de identificación para el proyecto, de la siguiente forma: AL (promedio de carrera alto, lúdica); ML (promedio de carrera medio, lúdica); BL (promedio de carrera bajo, lúdica); AT (promedio de carrera alto, taller); MT (promedio de carrera medio, taller); BT (promedio de carrera bajo, taller). El primer dígito de cada codificación corresponde al grupo en que participó cada estudiante, grupo 1, 2 o 3.

Fuente: El autor

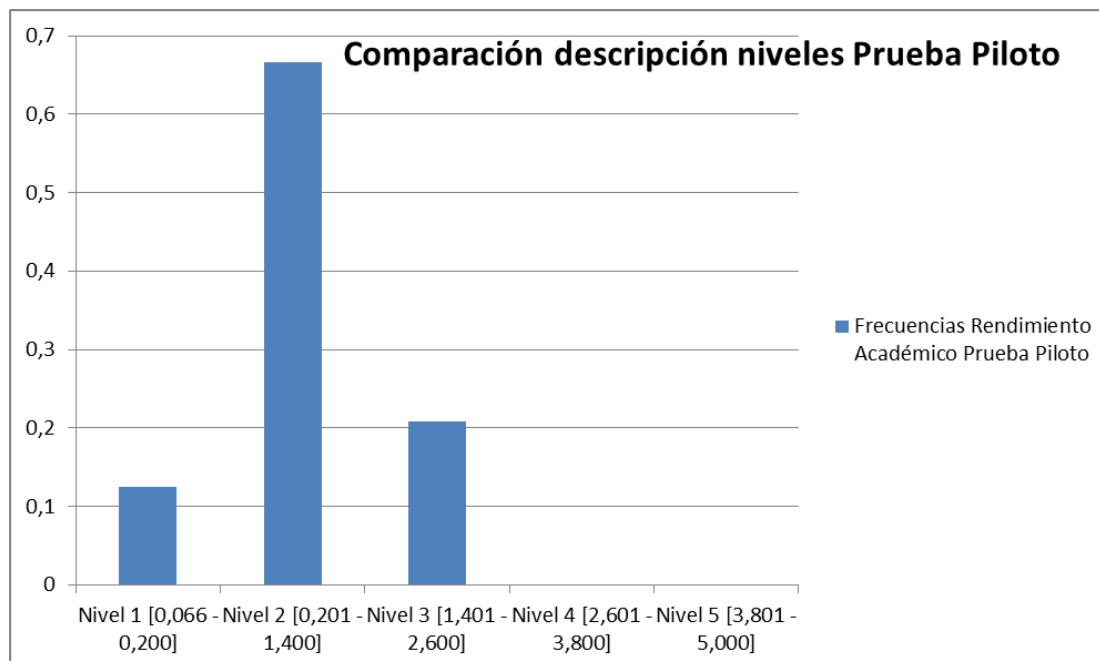
La tabla 28 indica la relación de los datos resultantes en cuanto a la ponderación cuantitativa del nivel de competencia adquirido, frente al rendimiento académico durante la carrera, y discriminado en los niveles de alto, medio y bajo. Cada sub-tabla ilustra el desarrollo de la prueba piloto para cada grupo de estudiantes definido de acuerdo con un grupo asignado (grupos #102 y #103 de Procesos Estocásticos).

Cabe resaltar que los datos descritos en las columnas de Ponderación, corresponden a los cálculos hechos de acuerdo con el procedimiento definido en la técnica de ponderación de las rúbricas, (ver numeral 9.2.6).

### 11.1.2. Análisis de resultados (Descriptivo)

Los resultados obtenidos en esta prueba se analizan desde la percepción con la ponderación de la rúbrica. Esto quiere decir que es necesario analizar previamente los niveles en los cuales la ponderación ubicó a los estudiantes, con unos factores cuantitativos ya considerados

Gráfico No. 3. Porcentaje de estudiantes con resultado en variable de respuesta para cada nivel.



Fuente: El autor.

Los resultados obtenidos de acuerdo con la ponderación obtenida en la rúbrica como instrumento de evaluación de la competencia en Cadenas de Markov, ilustran una valoración cuantitativa de los niveles reales alcanzados de acuerdo con las conductas observables definidas en la competencia. Cabe aclarar que esta ponderación está valorada en una escala de 0,000 a 5,000; la diferencia radica en que dentro del esquema de las frecuencias definidas para cada nivel, resulta más probable calificar al estudiante en niveles 1 y 2; esto indica que según el esquema de valoración por competencias, definido en el instrumento de la rúbrica, existe una mayor probabilidad en calificarse entre niveles 1 y 2. Según esta escala de medición, se presentan los resultados con un análisis de frecuencias (, los resultados indican que el 75% de los estudiantes fueron calificados en niveles 1 y 2, y el 11,11% tuvieron una posición del nivel 4.

Tabla No. 29. Frecuencias de resultados análisis descriptivo.

<b>Frecuencias Rendimiento Académico Prueba Piloto</b>			
<b>Intervalo</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Frec Relativa</b>	<b>Acum</b>
Nivel 1 [0,066 - 0,200]	3	0,125	0,125
Nivel 2 [0,201 - 1,400]	16	0,667	0,792
Nivel 3 [1,401 - 2,600]	5	0,208	1,000
Nivel 4 [2,601 - 3,800]	0	0,000	1,000
Nivel 5 [3,801 - 5,000]	0	0,000	1,000
<b>Total</b>	<b>24</b>		

Fuente: El autor

Dada la escala de medición definida, la percepción de tener calificaciones entre 2,60 y 5,00 ubicaría al estudiante en los niveles 4 y 5. Esto no indica directamente que el estudiante al pertenecer a un nivel 1 o 2 obtenga un rendimiento académico bajo. Es una primera medida cuantitativa de la escala de valoración por competencias. Lo anterior también indica la recomendación de un estudio posterior de diferentes escalas de medición cuantitativa para la valoración por competencias, de tal forma que en la medida en que la facultad se apropie de este esquema de evaluación, se pueda tener una mejor respuesta de parte de los estudiantes, en lo que respecta al rendimiento académico.

### 11.1.3. Análisis de resultados (Inferencial)

Los datos se debieron ajustar en datos promedio, para vincularlos al paquete estadístico Minitab 15 y poder realizar el análisis del Diseño Experimental. A continuación se ilustra el promedio del rendimiento académico de los estudiantes, obtenido para cada tipo de tratamiento:

Tabla No. 30. Rendimiento académico promedio en prueba piloto.

<b>PROMEDIOS</b>		<b>DOCENTE 1</b>		<b>DOCENTE 2</b>	
		<b>LUDICA</b>	<b>TALLER</b>	<b>LUDICA</b>	<b>TALLER</b>
<b>RENDIMIENTO ACADÉMICO</b>	<b>ALTO</b>	1,261	1,792	0,764	1,675
	<b>MEDIO</b>	1,223	1,400	0,132	0,698
	<b>BAJO</b>	1,332	0,698	0,132	1,338

Fuente: El autor

Estos datos se ingresan en el módulo de Estadísticas → DOE → Factorial → Análisis de Diseño Factorial, en el paquete Minitab 15. Los resultados se ilustran a continuación:

Imagen No. 3. Resultados Análisis de Varianza. Minitab 15.0

Fuente	GL	SC sec.	SC ajust.	MC ajust.	F	P
Bloques	1	0,7336	0,7336	0,7336	1,80	0,238
Promedio de Carrera	2	0,2947	0,2947	0,1473	0,36	0,714
Metodología	1	0,0090	0,0090	0,0090	0,02	0,888
Promedio de Carrera*Metodología	2	0,2353	0,2353	0,1177	0,29	0,761
Error	5	2,0411	2,0411	0,4082		
Total	11	3,3137				

S = 0,638916 R-cuad. = 38,40%

Fuente: El autor

Para cada uno de los factores de interés, se encuentra un valor P mayor al nivel de significancia del 10%, según se estima en este proyecto. Lo anterior indica que no existe evidencia estadísticamente significativa para afirmar que los factores están generando diferencias en los promedios obtenidos (del rendimiento académico de los estudiantes de la jornada especial, grupos 1 y 2 de procesos estocásticos semestre 2013-2), para la variable de respuesta. Esta prueba piloto ofrece un primer acercamiento acerca de la complejidad de la medición desde el Diseño Experimental en el campo educativo, ya que se debe conocer adecuadamente el proceso de formación por competencias, el estudiante debe pasar por un proceso de aprendizaje con el método de evaluación propuesto. Este planteamiento se detallará en la sesión de discusiones y recomendaciones.

El dato de análisis más importante en esta etapa de la prueba piloto, corresponde al MC ajust. (Suma de cuadrados ajustado), que indica para el error. En este caso este dato será utilizado como valor para la varianza, necesaria en el cálculo del tamaño de muestra adecuado.

$$\sigma^2 = 0,4082$$

#### 11.1.4. Curvas de Operación Característica

Una curva de operación característica es una gráfica de la probabilidad del error tipo II de una prueba estadística para un tamaño de la muestra particular contra un parámetro que refleja la medida en que la hipótesis nula  $H_0$  es falsa. El experimentador puede usar estas curvas como guía en la selección del número de

réplicas para que el diseño sea sensible a diferencias potenciales importantes en los tratamientos<sup>109</sup>.

Al usar curvas de operación característica, el experimentador debe especificar el parámetro Phi ( $\phi$ ), de la ecuación que se ilustra a continuación, relacionando el cálculo del valor menor de  $\phi^2$  que corresponde a una diferencia especificada entre las medias de dos tratamientos cualesquiera<sup>110</sup>. Para el caso del análisis factorial del diseño experimental planteado con dos factores esenciales y uno de bloque, la diferencia en las medias corresponde a los dos renglones (D), para lo cual la ecuación es:

$$\phi^2 = \frac{nbD^2}{2a\sigma^2}$$

Donde:

b → cantidad de niveles del factor B, (analizado en columnas)

a → cantidad de niveles del factor A, (analizado en filas o renglones)

D → valor máximo por el cual se permitiría la diferencia en las dimensiones de la variable de respuesta (definido por el experimentador)

n → número de réplicas, calculado de acuerdo a las curvas de operación<sup>111</sup>.

$\sigma^2$  → Parámetro de medición para el cálculo del tamaño de muestra.

Con la fórmula de cálculo de tamaño de la muestra, se establecen las siguientes tablas comparativas, indicando el tamaño de muestra para cada situación, con un D determinado; se debió tener en cuenta previamente el cálculo de los parámetros de la Curva de Operación Característica (grados de libertad del numerador  $v_1$ , grados de libertad del error  $v_2$ , valor  $\beta$  Nivel de confianza).

Por ejemplo, en la primera sub-tabla, donde la máxima diferencia en nota permitida corresponde a 0,5, se tiene un cálculo, de acuerdo al análisis con esta técnica, de un tamaño de muestra de 11 réplicas, permitiendo un nivel de

---

<sup>109</sup> íbid, p. 107.

<sup>110</sup> íbid. P. 189.

<sup>111</sup> Las gráficas de la curva de operación característica fueron tomadas de Montgomery, D. Diseño y Análisis de Experimentos. Adaptada con permiso de Biometrika Tables for Statisticians, vol. 2, E.S. Pearson y H.O. Hartley, Cambridge University Press, Cambridge.



confianza de 89%; o un tamaño de muestra de 12 réplicas, logrando un nivel de confianza de 92% (señalados en color verde). En la siguiente sub-tabla, se logra un tamaño de muestra de 6 réplicas para un nivel de confianza de 91%; pero aumentando una diferencia en la variabilidad de las notas obtenidas sobre 0,7. En la última subtabla se identifica en color verde el nivel de confianza de 91% resultante para un tamaño de muestra de 5 réplicas, con un nivel de corrección (diferencia en nota) de 0,8 décimas.

Cabe aclarar que para este procedimiento, se debió considerar una limitación del estudio, que consistía en el número máximo de estudiantes clasificados por cada tratamiento, que dio lugar a máximo 5 estudiantes por cada combinación. La forma establecida de clasificación de acuerdo a los niveles de cada factor y la cantidad de estudiantes por cada una de éstas, no permitió tener un mayor número de réplicas para realizar un análisis del experimento con mayor nivel de confianza.

Tabla No. 31. Determinación del tamaño de muestra, de acuerdo con el análisis de curvas de operación característica.

### CÁLCULO DEL TAMAÑO DE MUESTRA

**D=0,5**

<b>n</b>	<b>Phi<sup>2</sup></b>	<b>Phi</b>	<b>v<sub>1</sub> (a-1)</b>	<b>v<sub>2</sub> (ab(n-1))</b>	<b>Betha</b>	<b>N.C.</b>
2	0,408	0,639	2	6		1
3	0,612	0,783	2	12	0,7	0,3
4	0,817	0,904	2	18	0,56	0,44
5	1,021	1,010	2	24	0,48	0,52
6	1,225	1,107	2	30	0,4	0,6
7	1,429	1,195	2	36	0,34	0,66
8	1,633	1,278	2	42	0,26	0,74
9	1,837	1,355	2	48	0,15	0,85
10	2,041	1,429	2	54	0,13	0,87
11	2,246	1,499	2	60	0,11	0,89
12	2,450	1,565	2	66	0,08	0,92
13	2,654	1,629	2	72	0,07	0,93
14	2,858	1,691	2	78	0,04	0,96

**D=0,7**

<b>n</b>	<b>Phi<sup>2</sup></b>	<b>Phi</b>	<b>v<sub>1</sub> (a-1)</b>	<b>v<sub>2</sub> (ab(n-1))</b>	<b>Betha</b>	<b>N.C.</b>
2	0,800	0,895	2	6	0,75	0,25
3	1,200	1,096	2	12	0,48	0,52
4	1,601	1,265	2	18	0,24	0,76
5	2,001	1,414	2	24	0,18	0,82
6	2,401	1,549	2	30	0,09	0,91
7	2,801	1,674	2	36	0,055	0,945
8	3,201	1,789	2	42	0,035	0,965
9	3,601	1,898	2	48	0,018	0,982

**D=0,8**

<b>n</b>	<b>Phi<sup>2</sup></b>	<b>Phi</b>	<b>v<sub>1</sub> (a-1)</b>	<b>v<sub>2</sub> (ab(n-1))</b>	<b>Betha</b>	<b>N.C.</b>
2	1,045	1,022	2	6	0,61	0,39
3	1,568	1,252	2	12	0,29	0,71
4	2,090	1,446	2	18	0,19	0,81

5	2,613	1,617	2	24	0,09	0,91
6	3,136	1,771	2	30	0,035	0,965
7	3,658	1,913	2	36	0,021	0,979
8	4,181	2,045	2	42	0,01	0,99

Fuente: El autor

La tabla No. 32 expone el análisis por cada tamaño de muestra para cada tratamiento permitido, de acuerdo con el método de curvas de operación característica. El análisis incluye la estimación de los grados de libertad del numerador y los grados de libertad del error presentado. Se ilustran tres tablas diferentes, considerando un valor distinto para D (un puntaje máximo permitido en la diferencia de los resultados del rendimiento académico del estudiante).

Para la primera sub-tabla, se encuentra un valor de n de 12, relacionado con un nivel de confianza de 0,92 (potencia) y una significancia de 0,08. Para un n de 12, el nivel de confianza disminuye a 0,89. Lo anterior considerando una diferencia máxima en los promedios de los tratamientos de 0,5. Para considerar un D de 0,7, el cálculo de n arroja un resultado de 6 estudiantes por cada tratamiento, manejando un nivel de confianza de 0,91. Finalmente, aumentando el valor de D a 0,8, se tiene un n de 5 estudiantes por tratamiento, con un nivel de confianza de 0,91, y de 4 estudiantes por tratamiento con un nivel de confianza de 0,81.

En este análisis es importante aclarar que el número de observaciones (en este caso estudiantes participantes del experimento), está limitado a la cantidad de estudiantes matriculados en la asignatura Procesos Estocásticos, en los grupos de estudio (102 y 103 de jornada especial), además de la clasificación que se asignó de acuerdo con el factor *rendimiento académico durante el semestre (nota promedio de carrera)*, el cual permitió un máximo de 4 estudiantes por cada tratamiento. **Esta condición es ajena a los controles que se puedan realizar dentro del experimento, para hacerlo más puro y de mayor rigor estadístico.** Por lo tanto se deberá considerar un D de 0,8 y un nivel de confianza de 0,81 para trabajar el experimento con 4 estudiantes.

## **11.2. PRUEBA FINAL**

El desarrollo de la prueba final comprendió los siguientes pasos:

- Paso 1: Seleccionar de cada grupo de estudio el tamaño de muestra adecuado (4 estudiantes por tratamiento), que constituyó el número total de estudiantes para el experimento.
- Paso 2: Realizar el análisis estadístico a los datos, pruebas de independencia de los residuos y de homocedasticidad (homogeneidad de las varianzas), para identificar la potencialidad del modelo y determinar si requiere de un análisis paramétrico o no paramétrico.
- Paso 3: Analizar el estadístico de prueba, según sea el caso del modelo (paramétrico – Estadístico de Fisher; o no paramétrico – Estadístico de Krus Kan Wallis). Luego se comprueba la hipótesis de igualdad de medias y de varianzas.
- Paso 4: Analizar los efectos fijos del modelo de diseño experimental. Concluir frente a los resultados obtenidos.

### **11.2.1. Ponderación de factores**

De acuerdo con el procedimiento de cálculo de ponderación de factores, luego de realizar la prueba final (desarrollo de escenario lúdico y cuestionario final), a los estudiantes participantes en el experimento, se les realizó la evaluación de desempeño por competencias. La ponderación de factores para esta prueba final, al igual que el de la prueba piloto, se pueden encontrar en el Anexo 09.

Se evidencia también una diferencia en el resultado frente a los niveles en los que se logró ponderar el desempeño de cada estudiante; es decir, de acuerdo con la puntuación obtenida en la evaluación del desempeño por la competencia en estudio, se logró evidenciar una diferencia entre los resultados de la prueba piloto y los resultados en la prueba final. Los siguientes gráficos exponen que en la prueba piloto, el 75% de los participantes obtuvieron un desempeño evaluado en niveles 1 y 2. Para la prueba final, el 87,3% de los participantes lograron un desempeño en los niveles 1, 2 y 3.

Tabla No. 32. Análisis descriptivo de los resultados ponderación en prueba piloto.

<b>Frecuencias Rendimiento Académico Prueba Piloto</b>			
<b>Intervalo</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Frec Relativa</b>	<b>Acum</b>
Nivel 1 [0,066 - 0,200]	3	0,125	0,125
Nivel 2 [0,201 - 1,400]	16	0,667	0,792
Nivel 3 [1,401 - 2,600]	5	0,208	1,000
Nivel 4 [2,601 - 3,800]	0	0	1
Nivel 5 [3,801 - 5,000]	0	0	1
<b>Total</b>	<b>24</b>		

Fuente: El autor

Se puede observar que la gran concentración de datos sobre el resultado del desempeño de los estudiantes en la prueba piloto están ubicados en el nivel 2, con una puntuación en un rango entre 0,201 y 1,400. Mientras que en la prueba final, en la evaluación de la frecuencia relativa, la concentración de los datos obedece a la ubicación en el nivel 3, un nivel superior que antes, demostrando un comportamiento creciente en el desempeño de los estudiantes.

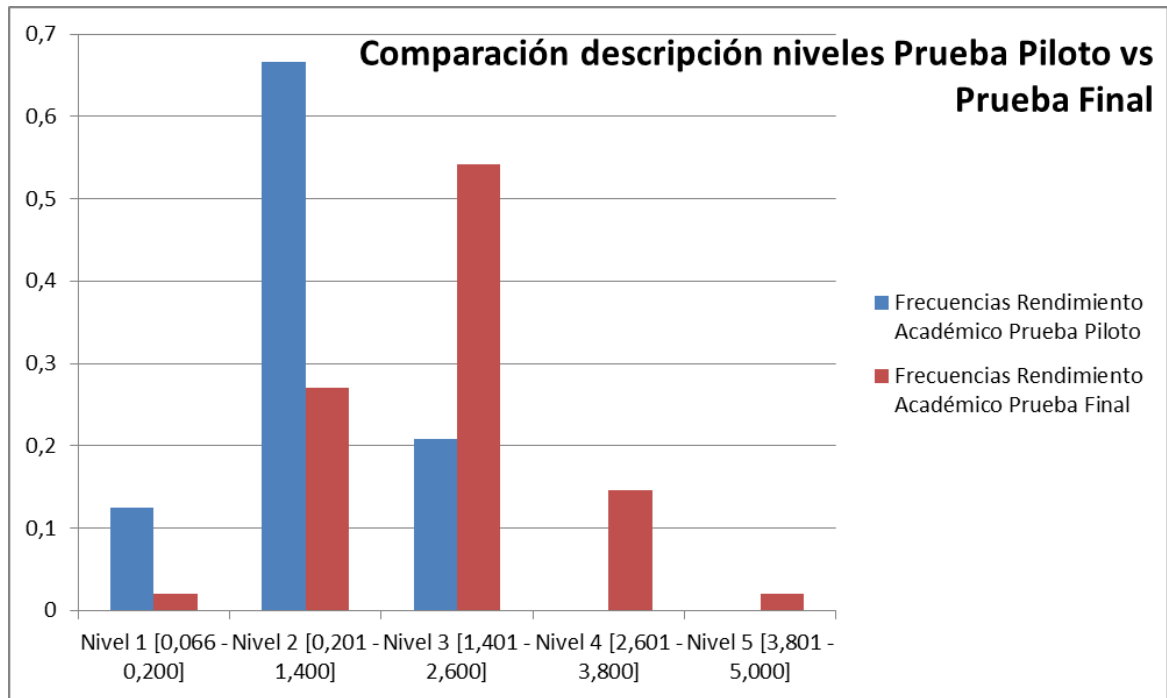
Tabla No. 33. Análisis descriptivo de los resultados ponderación en prueba final.

<b>Frecuencias Rendimiento Académico Prueba Final</b>			
<b>Intervalo</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Frec Relativa</b>	<b>Acum</b>
Nivel 1 [0,066 - 0,200]	1	0,021	0,021
Nivel 2 [0,201 - 1,400]	13	0,271	0,292
Nivel 3 [1,401 - 2,600]	26	0,542	0,833
Nivel 4 [2,601 - 3,800]	7	0,146	0,979
Nivel 5 [3,801 - 5,000]	1	0,021	1,000
<b>Total</b>	<b>48</b>		

Fuente: El autor

Para efectuar un análisis directo, se tomó como base de comparación los resultados obtenidos, en términos de la ponderación por factores, para los estudiantes que participaron en la prueba piloto y en la prueba final:

Gráfico No. 4. Comparación resultados ponderación.



Fuente: El autor

De manera descriptiva, esto indica un nivel de confiabilidad alto de la prueba, y un factor de aprendizaje considerable; razones por las cuales se puede argumentar la importancia de mantener constante este proceso de evaluación de desempeño por competencias.

### 11.3. ANÁLISIS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

Una vez obtenidos los resultados de la prueba final (ponderaciones de los factores por cada estudiante), se procedió a ingresar los datos al paquete estadístico Minitab 15, con el fin de realizar las pruebas estadísticas de validez y análisis de varianzas.

Los datos obtenidos de cuatro estudiantes por cada tratamiento, fueron consolidados en un promedio, obteniendo la siguiente información de entrada:

Tabla No. 34. Rendimiento académico obtenido por los participantes del experimento en la prueba final.

PROMEDIOS		DOCENTE 1		DOCENTE 2		DOCENTE 3	
		LÚDICA	TALLER	LÚDICA	TALLER	LÚDICA	TALLER
RENDIMIENTO	ALTO	2,559	3,240	2,148	3,375	1,872	2,528
	MEDIO	1,998	1,981	1,928	1,897	2,366	2,270
	BAJO	2,248	2,813	1,924	1,548	2,122	1,959

Fuente: El autor

### 11.3.1. Prueba de independencia de los residuos

Con los datos obtenidos se procedió al análisis de la independencia de los residuos, información que fue analizada con ayuda de la prueba de normalidad de los residuos.

Se aplicó la prueba Ryan Joiner dentro del paquete estadístico Minitab 15, que indica una prueba similar a la Shapiro-Wilk, que plantea la hipótesis nula de que los residuos se comportan bajo una distribución normal, y es muy utilizada cuando los datos son menores o iguales a 30 ( $n \leq 30$ ).

Dada la hipótesis de normalidad, se plantea el siguiente análisis:

$$H_0: \text{Residuos} \sim N(0,1)^{112}$$

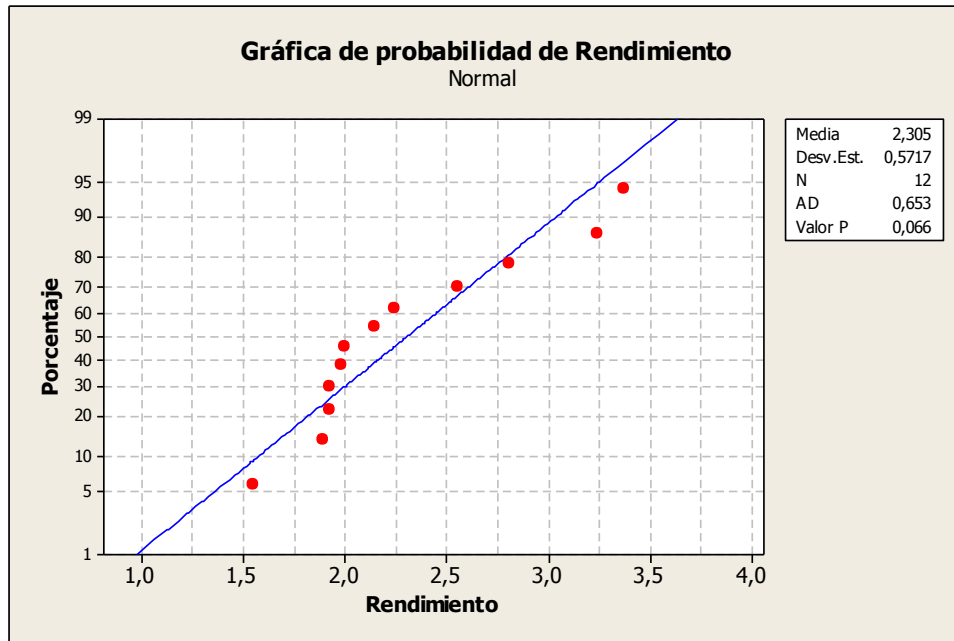
$$H_a: \text{Residuos no pertenecen a una dist} \sim N(0,1)$$

Si el estadístico supera 0.632 entonces se acepta  $H_1$  para un nivel de prueba de 10% (90% de confianza)<sup>113</sup>. El estadístico RJ indica un valor mayor que el punto de comparación para un  $\alpha$  de 0,10 ( $RJ > 0,632$ ) De igual forma, la información resultante de la aplicación de la prueba indica que se obtiene un P-Value de  $>0,100$  y comparado con el nivel de significancia expuesto en el modelo  $\alpha = 0,10$ . Se concluye que no hay evidencia estadísticamente significativa para aceptar la hipótesis de normalidad, con un nivel de confianza del 90%. **Lo cual indica que los residuos del modelo en estudio no tienen una distribución normal.**

<sup>112</sup> Para los residuos estandarizados.

<sup>113</sup> TOLEDO, Roberto. Guía de práctica Administración de Operaciones. Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo". Perú, 2011. P. 5.

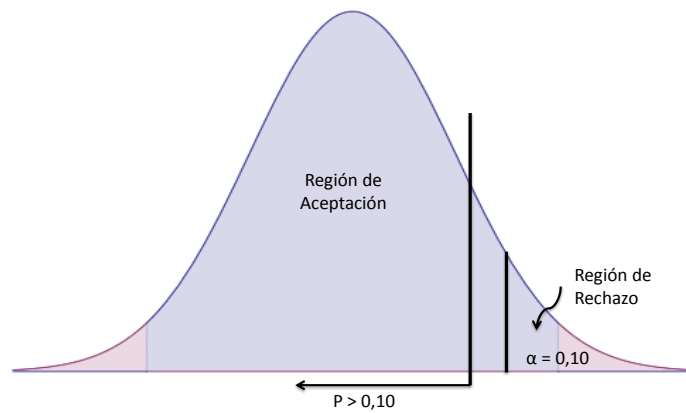
Gráfico No. 5. Análisis de distribución de los residuos. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk.



Fuente: El autor

En esta prueba se puede visualizar la cantidad de puntos cercanos a la línea promedio, pero al pasar al método analítico por medio del P-valor, se encuentra que éste es menor que el grado de significancia (establecido para un 10%), por lo tanto no hay evidencia suficiente desde el punto de vista estadístico para afirmar que los residuos tienen un comportamiento normal.

Gráfico No. 6. Representación de la comparación de la prueba de normalidad.



Fuente: El autor



### 11.3.2. Prueba de Homocedasticidad

Es necesaria esta prueba para comprobar, antes de realizar la prueba de análisis de varianzas y generar conclusiones sobre el modelo planteado, si existen diferencias entre las varianzas de los datos estudiado, es decir, si se cumple la condición de homogeneidad de varianzas u homocedasticidad.

Dada la hipótesis de homocedasticidad, se plantea el siguiente análisis:

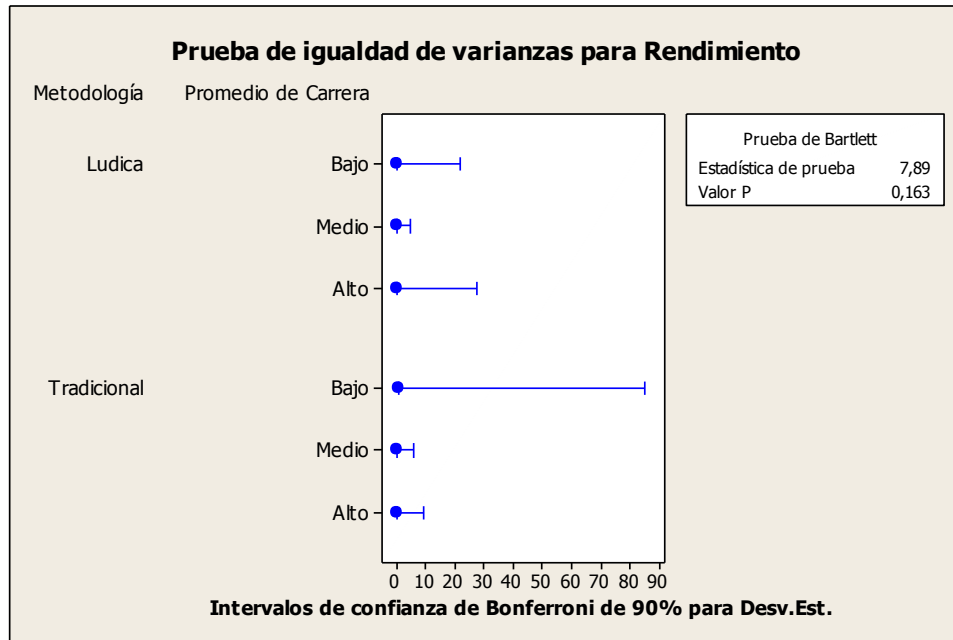
$H_0$ : Las varianzas de los tratamientos son iguales

$H_a$ : Las varianzas de los tratamientos son diferentes

Con los dos estadísticos de prueba y su respectivo P-Value se tiene que:

Prueba de Barlett → P-Value = 0,163

Gráfico No. 7. Prueba de igualdad de varianzas para la variable de respuesta.



Fuente: El autor

Para un nivel de significancia de 0,10; se concluye que hay evidencia estadísticamente significativa para afirmar que las varianzas de los tratamientos son iguales. Por tal motivo, y dada la aceptación de la prueba de normalidad, se puede realizar el análisis de varianzas del modelo con confiabilidad estadística.

El gráfico siguiente también indica los intervalos de confianza de Bonferroni a un nivel de confianza de 90% para la Desviación Estándar. Esto indica, para cada tipo de tratamiento, cuál es el rango o intervalo en el que el rendimiento académico del estudiante se presentará en promedio. Por ejemplo, para el caso en que a un estudiante se le asigne una orientación de la competencia con lúdica y que corresponda a un rendimiento general en la carrera de calificación baja, su rendimiento promedio estará entre 0,074 y 1,785.

Imagen No. 4. Resultados Intervalos de confianza Bonferroni

Intervalos de confianza de Bonferroni de 90% para desviaciones estándares

Metodología	Promedio de Carrera	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
Lúdica	Bajo	2	0,086839	0,229103	21,9353
Lúdica	Medio	2	0,018761	0,049497	4,7391
Lúdica	Alto	2	0,110156	0,290621	27,8253
Tradicional	Bajo	2	0,339046	0,894490	85,6424
Tradicional	Medio	2	0,022514	0,059397	5,6869
Tradicional	Alto	2	0,036183	0,095459	9,1397

Fuente: El autor

Concluyendo que los datos presentados en la prueba final corresponden a un **análisis no paramétrico**, se procede a evaluar los resultados frente a la prueba de **Kruskal Wallis** para análisis de varianza ANOVA.

La prueba de hipótesis para los factores *bloque*, *metodología* y *promedio de carrera*, se plantea de acuerdo al parámetro de varianza de los datos, para medir si cada uno de ellos tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la variable de respuesta (rendimiento del estudiante):

$$H_0: \mu_1 = \mu_0$$

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_0$$

A continuación se ilustran los resultados del análisis de varianzas para la variable de respuesta:

Imagen No. 5. Resultados prueba final

### Prueba de Kruskal-Wallis: Rendimiento vs. Metodología

Prueba de Kruskal-Wallis en Rendimiento

Metodología	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
Lúdica	6	2,073	6,2	-0,32
Tradicional	6	2,397	6,8	0,32
General	12		6,5	

H = 0,10 GL = 1 P = 0,749

Fuente: El autor

Según los resultados del análisis de varianzas, se concluye que el factor metodología, no presentan evidencia estadísticamente significativa para afirmar que los estudiantes definidos en la población del presente estudio<sup>114</sup> tienen cierto grado de influencia sobre la variable de respuesta (rendimiento académico del estudiante en la competencia de estudio).

El factor Rendimiento académico (Promedio de Carrera), presenta evidencia estadística para afirmar que ejerce una influencia cuantitativa sobre los resultados de la variable de respuesta (rendimiento académico de los estudiantes pertenecientes a los grupos 1 y 2 de la jornada especial, en la asignatura procesos estocásticos en el periodo 2013-2). Esto hace alusión a que dependiendo del nivel asignado en el promedio de nota de carrera, tendrá una estrecha relación con el rendimiento académico designado en este experimento.

### Prueba de Kruskal-Wallis: Rendimiento vs. Promedio de Carrera

Prueba de Kruskal-Wallis en Rendimiento

Promedio de Carrera	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
Bajo	4	2,086	5,5	-0,68
Medio	4	1,954	4,3	-1,53
Alto	4	2,900	9,8	2,21
General	12		6,5	

H = 5,12 GL = 2 P = 0,077

\* NOTA \* Una o más muestras pequeñas

---

<sup>114</sup> Cabe recordar que la población definida no corresponde a todos los estudiantes matriculados en los cursos de Procesos Estocásticos en el periodo académico 2013-2, sino a los estudiantes matriculados en Procesos Estocásticos de la jornada especial de los grupos 103 y 102 del periodo académico 2013-2 de Ingeniería Industrial.

Esta misma prueba no paramétrica permite determinar si existe evidencia o no, desde el punto de vista estadístico para estudiar la influencia del factor Docente (factor de bloqueo) sobre la variable rendimiento académico de los estudiantes. Se encuentra un valor P un poco mayor al nivel de confianza preparado para este experimento (10%), por lo tanto aquí tampoco existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula de igualdad de medianas.

### Prueba de Kruskal-Wallis: Rendimiento vs. Bloques

Prueba de Kruskal-Wallis en Rendimiento

Bloques	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
1	6	2,404	8,2	1,60
2	6	1,926	4,8	-1,60
General	12		6,5	

$H = 2,56$   $GL = 1$   $P = 0,109$

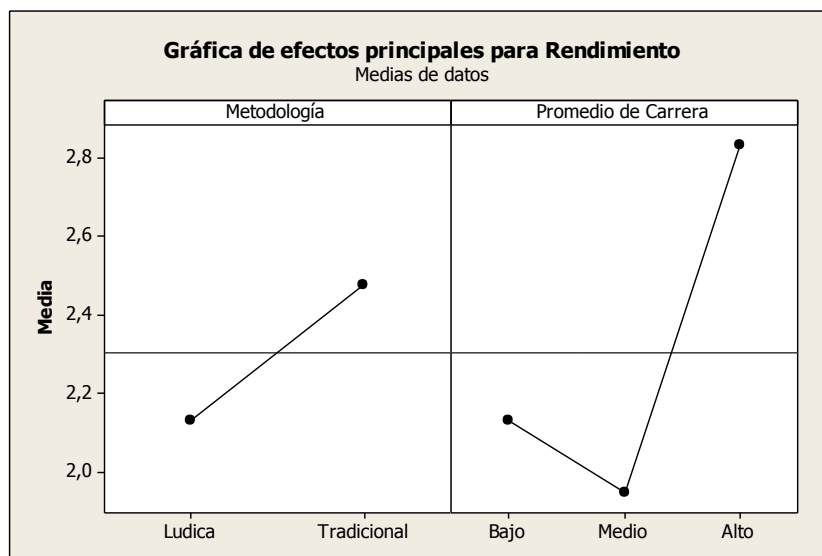
### 11.3.3. Análisis de efectos fijos del Diseño Experimental

El efecto de un factor se define como el cambio en la respuesta producido por un cambio en el nivel del factor. Con frecuencia se le llama **efecto principal** porque se refiere a los factores de interés primario en el experimento<sup>115</sup>.

Gráfico No. 8. Efectos principales para la variable de respuesta.

---

<sup>115</sup> MONTGOMERY, Douglas. Diseño y Análisis de Experimentos. Segunda Edición. Limusa Wiley. México 2010. P. 170.



Fuente: El autor

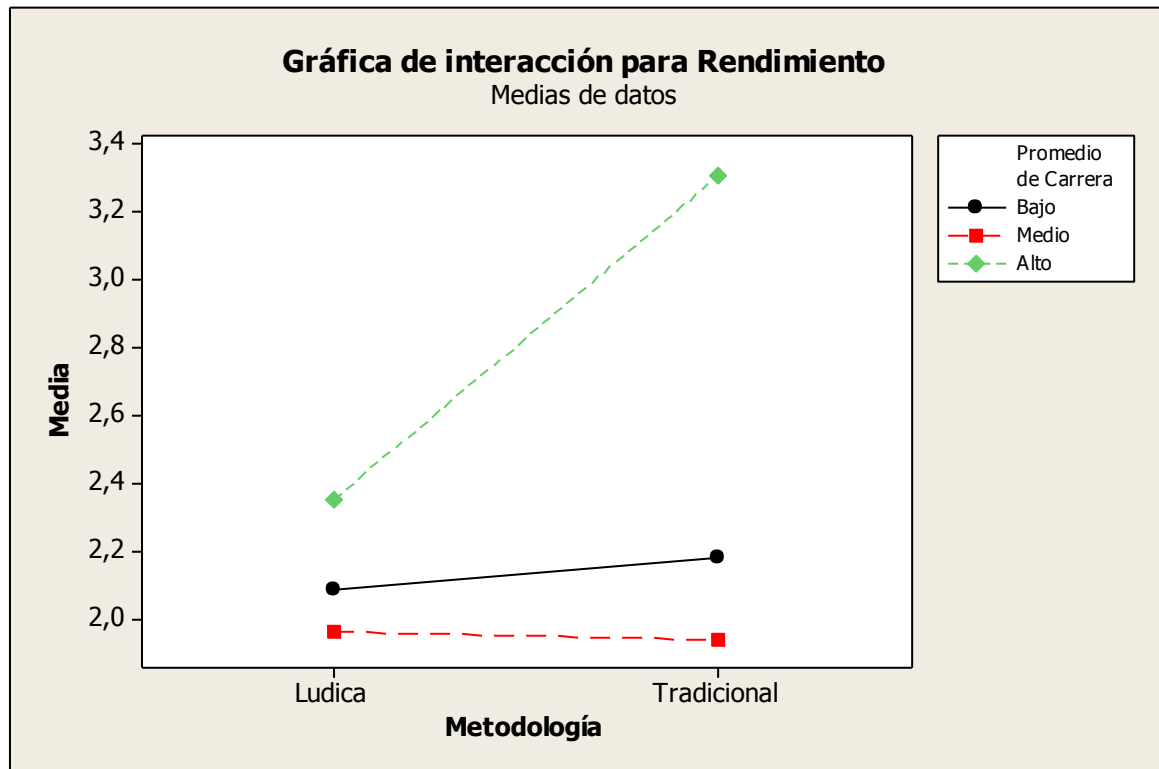
El efecto de interacción AB se define como la diferencia promedio entre el efecto de A con el nivel alto de B y el efecto de A con el nivel bajo de B<sup>116</sup>. Lo anterior indica que, de manera gráfica y analítica se puede interpretar el efecto principal de los factores en estudio con respecto a la variable de respuesta.

La gráfica anterior expone por ejemplo, para el factor metodología, que el promedio del valor correspondiente al rendimiento académico presentado en el experimento, y bajo el esquema de orientación con taller, los estudiantes obtienen, en promedio, un mejor rendimiento que los que reciben una orientación con base en actividad lúdica. Cabe aclarar que de acuerdo con las condiciones expuestas en la planeación del Diseño Experimental, **el instrumento de evaluación también ofreció una nueva alternativa de análisis para la variable de respuesta, en donde se indica un factor de ponderación diferente**. Para el factor promedio de carrera, se observa que aquellos quienes tienen un rendimiento bajo, tuvieron un rendimiento promedio en la prueba cercano a 2,1; cifra mayor que quienes tienen un promedio académico de carrera medio; y a su vez estas dos cifras son mucho menores al valor promedio calificado para los estudiantes que presentan un rendimiento alto.

El comportamiento del rendimiento académico de los estudiantes objeto de estudio según la metodología de enseñanza (tradicional y lúdica) tiene una diferencia en aproximadamente 3 décimas, debido a la variabilidad que presenta el experimento. El tamaño de muestra seleccionado de 4 estudiantes por tratamiento resulta ser muy reducido para el análisis de los efectos principales adecuados.

<sup>116</sup> *Íbid*, p 220.

Gráfico No. 9. Interacción de los dos factores para la variable de respuesta.



Fuente: El autor

El gráfico de interacción ilustra que el promedio del rendimiento obtenido por los estudiantes que tienen un promedio de carrera en el rango *bajo* es muy similar, tanto para quienes obtuvieron una orientación con metodología de taller y con metodología lúdica. También es muy cercano el valor en la variable de respuesta (en promedio) para quienes tienen un rendimiento *medio*, aunque un poco inferior para quienes recibieron orientación con metodología de taller. El contraste se ilustra para los estudiantes que pertenecen a un promedio de carrera en nivel *alto* (entre 3.89 y 4.73), en donde quienes recibieron orientación con metodología de lúdica obtuvieron un rendimiento promedio inferior que quienes obtuvieron una explicación con metodología de taller.

Aquí se puede confirmar un primer acercamiento hacia un estudio en donde el rendimiento académico de los estudiantes de la jornada especial, del proyecto formativo en mención, y definida la población de estudiantes según este proyecto, puede converger hacia una calificación promedio, con el uso de la metodología lúdica. Según el autor David Weltman y Mari Whiteside, en el artículo consultado “Comparing the Effectiveness of Traditional and Active Learning Methods in Business Statistics: Convergence to the Mean”, se puede ilustrar una sospecha de convergencia hacia el promedio de los datos de la variable de respuesta.

## 12. ANÁLISIS CUALITATIVO DEL EXPERIMENTO

Durante la prueba final se dio el espacio para que cada estudiante escribiera las percepciones que le dejaron el desarrollo de la metodología seguida con el uso de la lúdica para establecer procesos de evaluación de competencias. A través de una pregunta abierta el estudiante pudo expresar sus opiniones y apreciaciones frente a este tema, y se logró condensar un análisis cualitativo preliminar, que pretende dar complemento a los resultados arrojados de manera cuantitativa en el Diseño Experimental.

Se toma como base de análisis cualitativo la Teoría Fundamentada; ya que en sus primeros pasos, ofrece un análisis de contenido inicial, para identificar palabras y frases clave del texto, y posteriormente establecer un análisis de codificación axial.

Se acude a esta herramienta en parte, dado que busca una serie de conceptos, emitir un diagnóstico muy aproximado a la realidad de una situación determinada, o en muchas ocasiones construir teoría, totalmente fundamentada en un corpus de datos seleccionados para una determinada investigación, a través de componentes tan importantes para la Investigación Cualitativa como la recolección de datos, aplicarles procedimientos que permitan conceptualizar y reducir estos datos, relacionarlos, elaborar categorías que permita encontrar similitudes y/o divergencias entre los mismos, y de esta forma ir construyendo una serie de relaciones proposicionales que informen la teoría inicialmente encontrada.

El análisis de los datos implica ciertas etapas diferenciadas. La primera es una fase de descubrimiento en progreso: identificar temas y desarrollar conceptos y proposiciones. La segunda fase, que típicamente se produce cuando los datos ya han sido recogidos, incluye la codificación de los datos y el refinamiento de la comprensión del tema de estudio. En la fase final el investigador trata de relativizar sus descubrimientos, es decir, de comprender los datos en el contexto en que fueron recogidos.<sup>117</sup>

Luego de leer cada una de las respuestas de los estudiantes, se logra determinar las palabras y frases clave frente a cada descripción, para incluir la siguiente tabla resumida en cuatro categorías clave iniciales para la codificación inicial. La tabla No. 36 presenta comentarios y observaciones relacionadas con la forma de aprendizaje que ofrece la metodología, el nivel de utilidad que le ve el estudiante, las percepciones identificadas en adjetivos que ellos le califican a la metodología lúdica y un contraste entre teoría y lúdica:

---

<sup>117</sup> STRAUSS, Alvin y CORBIN, Jay. Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la Teoría Fundamentada. Medellín: Universidad de Antioquia. 2002.

Tabla No. 35. Codificación inicial (abierta) de las percepciones de los estudiantes sobre la metodología lúdica.

<p><b>APRENDIZAJE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Facilita el entendimiento.</li> <li>- Se comprende mejor.</li> <li>- Es de forma práctica.</li> <li>- Te recreas y sales de lo cotidiano.</li> <li>- Interactúas con compañeros.</li> <li>- Nunca había tenido una experiencia similar.</li> <li>- Es sociable y divertida.</li> <li>- Hace estar más pendiente de la clase.</li> <li>- Se dio importancia merecida a los temas, tanto por los estudiantes como por el docente.</li> <li>- Se puede practicar lo aprendido.</li> <li>- Genera entusiasmo.</li> <li>- Se estimulan y refuerzan los contenidos.</li> <li>- Enfrenta al estudiante a un análisis crítico y reflexivo.</li> <li>- Fomenta la investigación y la creatividad.</li> <li>- Aplicamos y socializamos problemas de la realidad.</li> <li>- Aprendemos por descubrimiento</li> <li>- El conocimiento tiene más significado.</li> </ul>	<p><b>PARA QUÉ SIRVE – UTILIDAD DE LA METODOLOGÍA LÚDICA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Interpretar y solucionar problemas.</li> <li>- Una mala interpretación conlleva a resultados poco confiables.</li> <li>- Una buena manera de aplicarla a todas las materias.</li> <li>- Conocer mucho más a fondo la aplicación de la teoría.</li> <li>- Evidenciar la importancia de Procesos Estocásticos.</li> <li>- Se ve la aplicabilidad en la vida cotidiana.</li> <li>- Los conocimientos en Estadística y Matemáticas se tornan amenos e interesantes.</li> </ul>
<p><b>PERCEPCIONES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Buena</li> <li>- Excelente</li> <li>- Acorde</li> <li>- Metodología ideal</li> <li>- Muy práctica</li> <li>- Indiferente (dos estudiantes hacen esta afirmación)</li> <li>- Amena</li> <li>- Dinámica</li> <li>- Sencilla</li> <li>- De ideas claras</li> <li>- Menos aburrida</li> <li>- Agradable</li> </ul>	<p><b>LÚDICA vs TEORÍA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La teoría hace ver los procesos como estados ideales.</li> <li>- Necesidad de entender la teoría primero.</li> <li>- Importancia de la relación Teoría-Práctica.</li> <li>- Los talleres ofrecen un estudio más amplio y profundo.</li> <li>- Permite confrontar la teoría.</li> <li>- Cátedra y lúdica son importantes para el crecimiento del estudiante.</li> <li>- Lúdica y taller se asemejan a la realidad.</li> <li>- Aporta mucho siempre y cuando haya un aprendizaje previo.</li> <li>- A pesar del paro se lograron los objetivos de su implementación.</li> <li>- Debería aplicarse un 60% lúdica y 40% teoría en todas las materias.</li> </ul>

Fuente: El autor



Luego de condensar la primera codificación, resulta importante agregar características como propiedades y dimensiones a cada una de ellas. Para ello se propone el siguiente esquema de análisis:

## 12.1. CATEGORÍA APROXIMACIONES AL MÉTODO CONSTRUCTIVISTA.

Esta categoría incluye un análisis de las características que ofrece este método, según autores como Piaget, Vigostky y Ausubel, en contraste con las apreciaciones de los estudiantes, que de alguna manera hacen visible la importancia de lograr, con la metodología seguida en el proceso de evaluación, una aproximación a este método.

Diagrama No. 5. Dimensiones de la categoría Aproximaciones al método constructivista



Fuente: El autor

Las descripciones de los estudiantes relacionadas con la estructura cognitiva que perciben de su proceso de aprendizaje, corresponden a características clave del método constructivista: "la estructura cognitiva es el conjunto de conceptos, ideas que un individuo

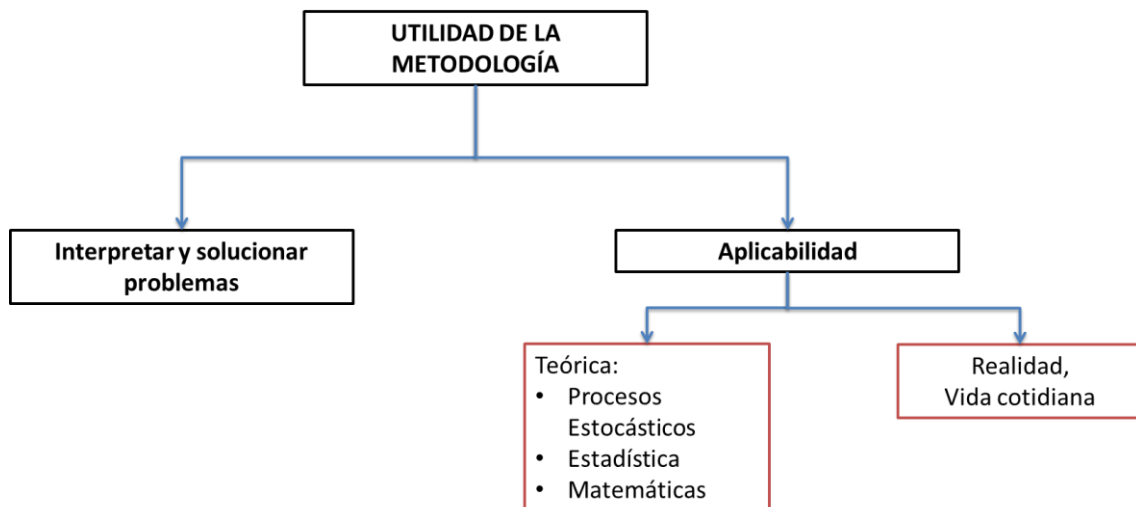
posee en un determinado campo del conocimiento, así como su organización”. También, es importante, la disposición para el aprendizaje significativo; es decir, que el alumno muestre una disposición para relacionar de manera sustantiva y no literal el nuevo conocimiento con su estructura cognitiva<sup>118</sup>.

Esta categoría presenta dos dimensiones, en tanto similares y complementarias. Una relacionada con las características clave del aprendizaje significativo, y las evidencias de los estudiantes logrando visibilizarlas. También una dimensión hacia el aprendizaje por descubrimiento, que se puede concebir como una propiedad fundamental de la filosofía constructivista, ya que es el sujeto cognoscente (estudiante o aprendiz) quien determina su estructura de aprendizaje, y el facilitador, en muchas ocasiones, incita al “descubrimiento” de los conceptos a través de esta filosofía.

## 12.2. CATEGORÍA UTILIDAD DE LA METODOLOGÍA LÚDICA.

Ofrece las apreciaciones de los estudiantes en dos frentes de análisis: hacia la interpretación y solución de problemas y hacia una aplicabilidad de lo aprendido en un entorno real vinculando la importancia de utilizar las matemáticas, la estadística y las competencias en Procesos Estocásticos para su entendimiento.

Diagrama No. 6. Dimensiones categoría Utilidad de la Metodología



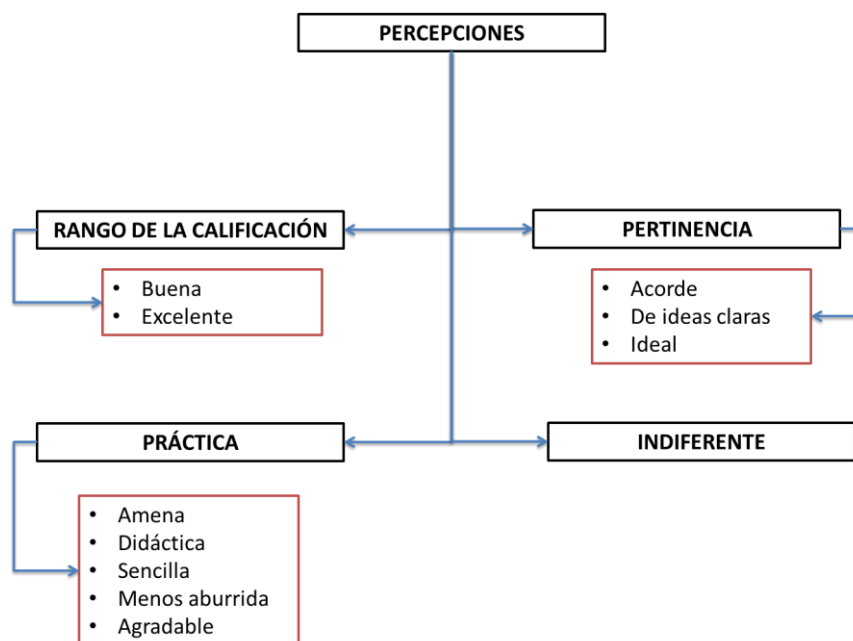
Fuente: El autor

<sup>118</sup> AUSUBEL, David. Teoría del aprendizaje significativo. Consultado el 12-01-2014. Disponible en: <http://www.ctascon.com/Teoria%20del%20Aprendizaje%20Significativo%20de%20Ausubel.pdf>

### 12.3. CATEGORÍA PERCEPCIONES.

Está relacionada con el imaginario que genera esta metodología en el estudiante, de acuerdo a la experiencia vivida en el salón de clases, justo en el desarrollo de las actividades lúdicas seguidas en el experimento.

Diagrama No. 7. Dimensiones categoría Percepciones



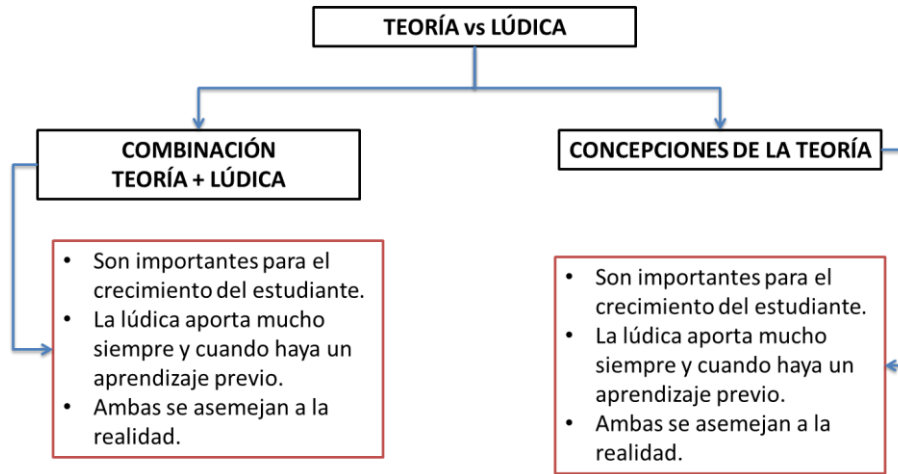
Fuente: El autor

Algunos estudiantes asignan un rango de calificación, entre buena y excelente; otros le ubican un grado de pertinencia frente a lo que el estudiante considera que es apropiado y coherente de aprender de acuerdo con la realidad; mientras que otros ofrecen una dimensión práctica de la metodología: amena, didáctica, sencilla, menos aburrida y agradable, vinculando emociones en estos dos últimos calificativos. También es necesario resaltar que una de las calificaciones que emiten algunos estudiantes corresponde a “indiferente”, indicando que con ambas metodologías, tradicional y lúdica, perciben el mismo nivel de aprendizaje, no generan mayores satisfacciones.

### 12.4. CATEGORÍA TEORÍA VS LÚDICA.

Esta categoría se resume en las propiedades y ventajas que encuentran los estudiantes de una de las dos metodologías frente a la otra.

Diagrama No. 8. Dimensiones categoría Teoría vs Lúdica



Fuente: El autor

Algunos estudiantes afirman que la combinación de teoría con lúdica ofrece las mejores alternativas de aprendizaje; la teoría es necesaria de entender antes de iniciarse en la práctica, y la práctica es necesaria para profundizar en la teoría.

La aplicación de una parte de la Teoría Fundamentada para el presente análisis cualitativo, llega hasta la definición de la Categoría Central, que constituiría el inicio de una consolidación de todas las categorías descritas anteriormente y que constituiría el inicio de la construcción de teoría basada en la información que emerge de los estudiantes protagonistas del estudio.

Esta categoría central busca reunir todos los aspectos que destacaron los estudiantes al momento de describir sus percepciones frente a la metodología lúdica seguida en el experimento. Dado que cada categoría presenta la respuesta a una pregunta en específico, surge la categoría central como un interrogante: ¿POR QUÉ ES IMPORTANTE LA METODOLOGÍA LÚDICA? De la siguiente forma se puede visualizar la reunión de las cuatro categorías que describen propiedades y dimensiones de las percepciones del estudiante frente al uso de la lúdica como herramienta pedagógica:

Diagrama No. 9. Relación de categorías cualitativas



Fuente: El autor

## **13. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Este capítulo ofrece el análisis y planteamiento de reflexiones con relación a la planeación y desarrollo del experimento para validar la estrategia pedagógica basada en la lúdica, en contraste con la metodología tradicional de enseñanza, en el pregrado de Ingeniería Industrial, para el caso específico de la competencia relacionada con el manejo de Cadenas de Markov en Procesos Estocásticos.

### **13.1. EL ESTILO DE APRENDIZAJE CON EL QUE EL ESTUDIANTE SE SIENTE CÓMODO**

Para este análisis es importante considerar el estilo de aprendizaje con el que el estudiante está acostumbrado. La metodología tradicional, que para este caso en el experimento fue considerada con un refuerzo hecho con taller, posiblemente es una metodología común para el estudiante que lleva un método de estudio similar y apoyado con esta herramienta, en especial aquel estudiante que presenta competencias altas frente a otros compañeros (estudiante de alto promedio). Esto es importante de analizar con la inclusión de otros factores, como por ejemplo, el estilo de aprendizaje (kinestésico, auditivo, visual, etc.). La hipótesis cualitativa que se puede plantear, dentro del análisis de resultados de este experimento corresponde a que posiblemente dependiendo del tipo de inteligencia (o estilo de aprendizaje) con que esté más familiarizado el estudiante, podrá tener un efecto en su rendimiento académico.

### **13.2. SOBRE LA CONFIABILIDAD ESTADÍSTICA DEL DISEÑO EXPERIMENTAL**

También es importante recomendar la aplicación de este diseño experimental en un mayor número de réplicas, para garantizar la confiabilidad estadística del análisis de varianzas de los factores y poder aclarar el contraste y el efecto de interacción que puedan presentar estos factores. Posiblemente (aparece aquí una segunda hipótesis de estudios posteriores), en una tercera y cuarta vez que el estudiante reciba una orientación con metodología lúdica, este factor tendrá un efecto principal mayor y significativo en el rendimiento del estudiante.

Esto también está relacionado con que el Diseño Experimental sea ejecutado periódicamente y se pueda establecer un proceso de análisis del rendimiento del estudiante no solamente para una competencia en particular, sino que permita un rango de tiempo más amplio (varios semestres por ejemplo), para analizar su desenvolvimiento con la inclusión de la metodología lúdica como estrategia pedagógica complementaria.

### **13.3. SOBRE EL DISEÑO DE LAS ACTIVIDADES LÚDICAS**

Es importante preguntarse si las actividades lúdicas han sido validadas y probadas con anterioridad en el mismo contexto, por lo menos en el mismo curso donde fue aplicada

(Procesos Estocásticos). Si bien es cierto que los docentes se apoyan de la experiencia obtenida con el grupo de investigación que promueve actividades lúdicas y ofrece el contexto, es importante vincular un proceso de validación de la ejecución de la actividad. Para el presente experimento se logró validar el instrumento de evaluación, que fue el cuestionario entregado a cada estudiante para valorar el nivel de competencia fortalecido hasta ese momento, con ayuda de la actividad lúdica.

Se debe entonces plantear interrogantes como: ¿La actividad lúdica describe claramente el procedimiento a seguir para lograr el objetivo? ¿Las personas que han vivenciado esta actividad previamente, han logrado el objetivo final? ¿El procedimiento orientado en la actividad lúdica cambia con el cambio de docente para orientarla?

Los principios básicos del juego (Según Castejón):

- *La participación: es el principio básico que expresa la manifestación activa de las fuerzas físicas e intelectuales del jugador, en este caso el estudiante.*
- *El dinamismo: que expresa el significado y la influencia del factor tiempo en la actividad lúdica.*
- *El entretenimiento: que refleja las manifestaciones amenas e interesantes de la actividad lúdica, que ejercen un fuerte efecto emocional en el estudiante y puede ser uno de los motivos fundamentales que propicien su participación activa en el juego.*
- *El desempeño de roles: basado en la modelación lúdica de la actividad del estudiante y que refleja los fenómenos de la imitación y la improvisación.*
- *La competencia: que, basada en que la actividad lúdica, reporta resultados concretos y expresa los tipos fundamentales de motivaciones para participar de manera activa en el juego.*

Por lo tanto es importante preguntarse por un mecanismo de validación de las actividades lúdicas, que busquen generar esa potencialidad en el proceso de aprendizaje del estudiante.

Es importante contar con una adecuada capacitación a cada una de las personas que orientarán este tipo de actividades. El grupo de investigación cuenta con una cartilla guía de prácticas lúdicas, con un procedimiento en específico, previamente estudiado que deberá ofrecer la guía oficial del desarrollo de cada actividad. Las actividades lúdicas que se desarrollaron en el presente experimento han sido ajustadas de acuerdo con las necesidades de la temática de orientación, por lo tanto se encuentra en el Anexo 03 el

desarrollo de cada una de ellas, bajo el mismo procedimiento pedagógico propuesto por el grupo.

#### **13.4. LAS VARIABLES EXTERNAS QUE NO SE PUEDEN CONTROLAR (LIMITACIONES DEL ESTUDIO)**

Este experimento plantea un análisis de dos factores, uno con niveles categóricos o cualitativos (metodología con niveles de lúdica y taller) y un factor definido por unos datos numéricos (nota promedio de carrera del estudiante). Cabe aclarar que la inclusión de otros factores, como la jornada de estudio (especial o diurna), los estilos de aprendizaje (visual, auditivo, kinestésico), el tipo de inteligencia que haya desarrollado (matemática, espacial, musical, etc.), la hora de aplicación de la prueba, entre muchas otras, requería de un estudio más detallado y más controlado. Por ejemplo, resulta inviable, (de acuerdo a la estructura curricular y cuestiones de asignaciones académicas), controlar en el diseño experimental la jornada de estudio, ya que esto requeriría que el mismo docente y los mismos estudiantes estén vinculados en ambas jornadas.

Otro ejemplo aconteció en la cantidad de estudiantes matriculados por grupo y por semestre; en la asignatura de estudio, el grupo 2 contaba con un número limitado de estudiantes, lo cual disminuyó la posibilidad de realizar un tamaño de muestra adecuado por cada tratamiento. Se logró vincular a 4 estudiantes por tratamiento, pero bajo un parámetro de diferencia en la variable de respuesta  $D=0,8$ ; a lo mejor una diferencia alta, al considerarse dentro de la variación en notas definidas en una escala de 0,00 a 5,00.

Para el semestre académico en el que se desarrolló el experimento, se tuvo condición de anormalidad académica entre las semanas 6 y 13 del periodo en mención. Esta condición afectó considerablemente el desempeño de los estudiantes, ya que se debió acudir a las evaluaciones en semanas diferentes a las planeadas. En el análisis cualitativo, algunos estudiantes hacen énfasis en que a pesar de esta condición de anormalidad, la experiencia vivida con la metodología lúdica fue enriquecedora en su proceso de aprendizaje.

Como consecuencia de las actividades de anormalidad académica, no se contó con el tiempo y disponibilidad suficiente por parte de los profesores y de los estudiantes para realizar el diseño experimental en una segunda competencia específica. Por lo tanto el análisis del Diseño Experimental se realiza sobre una sola competencia específica.

El docente durante el desarrollo del experimento, tuvo autonomía para designar el porcentaje de nota al cual se le iba a adjudicar el desempeño del estudiante en las pruebas. En futuros proyectos se podría aplicar este mismo diseño experimental, con una condición de nota equitativa para cada grupo, de tal forma que tenga un significado más llamativo para el estudiante, o que por lo menos lo involucre detalladamente en el proceso de aprendizaje.



### **13.5. EL TIPO DE DISEÑO EXPERIMENTAL RESULTANTE**

Se puede analizar la posibilidad de considerar el desarrollo del presente proyecto como un diseño de tipo **Cuasiexperimental** porque las unidades experimentales (en este caso los estudiantes objeto de estudio) no se pueden asignar de manera aleatoria en su totalidad, debido a la asignación de horarios en cada semestre y a las condiciones académicas al inicio del semestre. Además, el tamaño de muestra adecuado exige un número determinado de estudiantes que cumplan cada una de las combinaciones propuestas para cada tratamiento (esto se detallará en el numeral 14.7). Dadas las condiciones en que se han conformado cada uno de los grupos previamente, resulta complejo determinar un tamaño adecuado de muestra para realizar el experimento de manera, que contenga un nivel de confianza igual o superior al 90%. Por esta razón también se debe describir el presente experimento como un diseño cuasiexperimental.

De acuerdo con el artículo estudiado *“Comparing the Effectiveness of Traditional and Active Learning Methods in Business Statistics: Convergence to the Mean”* de David Weltman y Mari Whiteside, con los resultados obtenidos en el análisis de interacciones y de efectos principales del Diseño Experimental, se puede concluir que los estudiantes con un rendimiento académico alto (promedio de carrera), al participar con una metodología lúdica, genera un menor rendimiento. Se podría proponer un estudio similar al que se vincula en el artículo, buscando confirmar o rechazar una hipótesis de la presencia de fenómeno de convergencia hacia un promedio académico más bajo en términos generales.

### **13.6. ASIGNATURAS IMPORTANTES DE EVALUAR**

Las asignaturas que serían meritorias de evaluación de contraste frente a dos metodologías, y donde herramientas como el Diseño de Experimentos ofrecería un análisis detallado, serían las que contengan el desarrollo de competencias específicas con un alto grado de dificultad para su aprendizaje, que contengan conceptos abstractos o que de alguna manera el estudiante no logre evidenciar un contexto específico de aplicación de la competencia o de la temática.

Asignaturas del área de ciencias básicas de ingeniería (química, física, estadística, matemática para ingeniería, entre otros), serían aquellas asignaturas importantes de realizar un estudio similar al propuesto en el presente documento. Según lo visto en el estado del arte, la mayoría de aplicaciones de los estudios de diseños de experimentos en el campo educativo, corresponde a su aplicación en asignaturas relacionadas con Estadística, ciencias básicas de ingeniería. En el caso de Ingeniería Industrial, sería importante analizar la complejidad de los conceptos relacionados con Investigación de Operaciones, (como por ejemplo programación no lineal, heurísticas, metaheurísticas), y Producción avanzada (métodos avanzados de programación, secuenciamiento, asignación en entornos productivos Job Shop).

### 13.7. EL DISEÑO EXPERIMENTAL IDEAL

Es importante articular estos resultados, desde el diseño experimental, con un análisis descriptivo inicial, para poder realizar una comparación frente a la percepción que tuvieron los estudiantes quienes participaron en el estudio.

#### 13.7.1. Planeación del Diseño Experimental:

Dentro del esquema propuesto en el presente proyecto se pretende vincular una serie de complementos al proceso de validación de las metodologías de estudio por medio del Diseño Experimental. A continuación se presenta una tabla resumen con la propuesta de la metodología para la planificación y ejecución de un Diseño Experimental en condiciones ideales, para fortalecer el proceso de formación y evaluación por competencias implementado en el currículo de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira:

Tabla No. 36. Propuesta de procedimiento para un Diseño Experimental.

<b>PASOS</b>	<b>DEFINICIÓN DEL PROCEDIMIENTO</b>	<b>ACTIVIDADES A TENER EN CUENTA</b>
PASO 1	Identificación de la competencia a estudiar	Saber qué competencias son meritorias de incorporar un método de enseñanza por medio de lúdica y validar su pertinencia.
PASO 2	Definición de los niveles de la competencia seleccionada	Estudio, definición y consenso de los niveles de competencia y conductas observables en un grupo de expertos (pueden ser los docentes de área)
PASO 3	Definición de las frecuencias para la ponderación	Se recomienda establecer cuatro grados para que el cálculo de la ponderación de los niveles reales de calificación sean más homogéneos.
PASO 4	Identificación y selección de actividad lúdica según competencia estudiada	Se deberá escoger la temática específica dentro de la competencia para seleccionar la actividad lúdica propuesta por GEIO.  Estudiar y ajustar (de ser necesario) los objetivos y el alcance de la lúdica. Esta actividad deberá evidenciar el alcance del máximo nivel de competencia.  Validar la lúdica en un contexto similar de aplicación en la planeación del Diseño Experimental. Se deberá contar con cierto grado de certeza frente a los resultados esperados, (en términos de aprendizaje significativo), de la actividad lúdica diseñada y propuesta por el grupo GEIO.
PASO 5	Definición del tiempo de ejecución del experimento	El proceso de formación de competencias deberá ser progresivo, como también la

		<p>inclusión de diferentes metodologías de enseñanza, a lo largo de la carrera, para garantizar que la evaluación por competencias le sea familiar al estudiante, o por lo menos que tenga conocimiento de su aplicación, significado y demás consideraciones.</p>
PASO 6	Diseño y validación del sistema de evaluación	<p>Creación de escenario de participación activa donde el estudiante pueda demostrar su desempeño de acuerdo con un contexto dado.</p> <p>Diseño de cuestionario que le permita al docente o evaluador conocer el grado de detalle del alcance de la competencia, en los niveles previamente definidos.</p> <p>La validación deberá tener en cuenta, por lo menos, el mecanismo para validez de contenido a través del criterio de expertos.</p> <p>Nota: Para una mejor aplicación, puede incorporarse un proceso de autoevaluación (estudiante), co-evaluación (docente-estudiante) y hetero-evaluación (estudiante-compañeros), para iniciar un estudio con evaluación integral.</p>
PASO 7	Ejecución del diseño experimental. Secuencias específicas para su desarrollo.	<p>Se deberá dividir el grupo de cada docente en dos, un grupo experimental y uno de control. Inicialmente se llevará a cabo la metodología de enseñanza tradicional en ambos grupos, pero al grupo experimental se hará un refuerzo con actividades lúdicas y al grupo de control con talleres de aplicación. La diferencia radica en el grado de complejidad que presenta la actividad lúdica para levantar información relevante de análisis de determinada competencia, como también el hecho de poner a pensar más allá al estudiante en el proceso de aprendizaje y aplicación de alguna herramienta de Ingeniería Industrial acorde con la competencia de estudio.</p> <p>Se realizará una prueba piloto para obtener un análisis del tamaño de muestra idóneo por cada tratamiento (número adecuado de réplicas). Posteriormente, se crea el escenario de evaluación y por último se obtienen los datos cuantitativos de análisis, como resultado de la ponderación final del desempeño demostrado por los estudiantes.</p> <p>Cabe aclarar que se torna importante realizar un test de prueba antes de iniciar el curso y un</p>

		<p>test luego de terminar el proceso de formación de la competencia de interés; con esto se busca analizar estadísticamente la no presencia de factores perturbadores como nivel de aprendizaje previo y poder interpretar los resultados con mayor confiabilidad.</p> <p>Se recomienda que al final de la prueba cada estudiante pueda realizar una autoevaluación para complementar el proceso de desarrollo del experimento y contar con un análisis categórico de las percepciones del estudiante, de acuerdo con criterios de metodología y realización del sistema de evaluación.</p>
PASO 8	Prueba piloto	<p>En esta etapa se podrá determinar el valor de la varianza de los datos experimentales y obtener una medida del tamaño de muestra para las réplicas de cada tratamiento, con ayuda de las Curvas de Operación Características. Se recomienda manejar un intervalo de error permitido con la variable de respuesta (rendimiento académico del estudiante), no mayor a cinco décimas. <math>D \leq 0,5</math>.</p>
PASO 9	Capacitación y entrenamiento a los docentes en el manejo del sistema de formación y evaluación por competencias	<p>Esta actividad es transversal en todo el proceso de planeación y montaje del experimento, ya que el docente debe estar lo suficientemente entrenado en la ejecución de cada paso del Diseño Experimental, para garantizar las condiciones ideales del mismo.</p>
PASO 10	Capacitación y entrenamiento a los docentes en el manejo las actividades lúdicas y de taller, como refuerzo del experimento.	<p>Esta actividad deberá ser importante de apropiar por cada docente, ya que su rol será orientar debidamente las actividades lúdicas del experimento, de tal forma que se permita validar y evidenciar la orientación por competencias.</p>

Fuente: El autor

### 13.7.2. Algunas consideraciones adicionales al Diseño Experimental propuesto.

- Se deberá garantizar que el experimento no perturbará las condiciones óptimas del desempeño de los estudiantes
- Definición del instrumento de evaluación (si será un instrumento ya validado y probado por otros investigadores, o será diseñado y validado dentro del diseño experimental). La validación del instrumento de evaluación deberá seguir al menos la validez de contenido, a través de métodos como el criterio de expertos.
- El instrumento de evaluación deberá ser coherente con la(s) metodologías de enseñanza implementadas. Por ejemplo, si la metodología impartida corresponde

a tradicional, deberá probarse un sistema de evaluación tradicional; si la metodología está asociada con actividades de aprendizaje activo, entonces el sistema de evaluación deberá guardar coherencia. Si se habla de ambos tipos de metodología, sería interesante vincular el sistema de evaluación como un factor adicional a la variable de respuesta y determinar si el instrumento de evaluación influye significativamente en el rendimiento del estudiante.

- En la definición del Diseño Experimental, es necesario contestar las siguientes preguntas, según el autor del artículo *Planning a Comparative Experiment in Educational Settings*:
  - Qué tecnología estará disponible para estudiantes y docentes?
  - De cuánto tiempo se dispone para realizar el Diseño Experimental?
  - Cuántos tratamientos son apropiados?
  - Es posible implementarlo con las restricciones dadas?
  - Cuántas réplicas serán necesarias?
- Deberá conocerse el número de estudiantes y de acuerdo a su promedio de carrera, estudiar la posibilidad de tener el tamaño de muestra adecuado de tal forma que se pueda manejar una diferencia en la variable de respuesta (nota o rendimiento académico)  $<0,5$ .
- Dentro de los posibles trabajos futuros está el estudio y validación del efecto que la lúdica ejerce en comparación con diferentes estrategias de enseñanza (casos de estudio, metodología tradicional, talleres, clase magistral, etc.)
- De acuerdo con el análisis cualitativo, se torna importante conocer las percepciones de los estudiantes, y no solamente desde una validación estadística y cuantitativa. Tal y como se expone en algunos artículos de la revisión del estado del arte, se encuentra que las herramientas de análisis cualitativo sirven de complemento a la interpretación de resultados de los Diseños Experimentales. Ensayos, entrevistas, preguntas abiertas, entre otras, pueden ser instrumentos de valoración útiles, para complementar con una metodología de evaluación por competencias.

### **13.8. EL RETO DEL DOCENTE**

La formación en docencia desde el campo de la ingeniería por lo general no cuenta con un ciclo profesional oficial. La mayoría de veces son profesionales de la misma disciplina de ingeniería quienes asumen el reto de la formación de futuros profesionales en este campo. Estos retos tienen algunas implicaciones, desde el punto de vista pedagógico. Tal y como lo afirma Duque, *“cuando un profesional decide dedicar parte de su vida a enseñar en ingeniería, queriendo ser igualmente un profesional como profesor, se enfrenta a una situación para la cual no ha tenido una formación específica, como si la ha tenido dentro de la disciplina de la ingeniería que enseña. A menudo esta situación se resuelve simplemente replicando experiencias educativas vividas, replicando prácticas de las cuales fue partícipe y que considera exitosas desde su perspectiva personal. La*

*situación se resuelve con la tradición, con la “experiencia” sin que ello produzca mayores dudas o inquietudes. Sin embargo, si esta misma estrategia se utilizara en el campo profesional disciplinar, sería seriamente discutible, peligrosa y sin duda criticada”<sup>119</sup>.*

Es importante, por tanto, considerar la necesidad de la articulación de unas competencias adecuadas de la formación en docencia en ingeniería, que sean acordes y pertinentes con las exigencias profesionales para el ingeniero del siglo XXI.

- Actualización pedagógica constante
- Creatividad
- Desarrollo humano
- Capacidad de adaptarse a los diferentes cambios en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, TIC.
- Apertura a los cambios de algunos paradigmas de la enseñanza
- Capacidad de escucha y carisma para orientar sus temas
- Habilidad para despertar interés y admiración por los temas que orienta
- Capacidad de adaptarse a diferentes escenarios de aplicación de las temáticas
- Conocimiento en formación y evaluación por competencias
- Capacidad de convertirse en un guía u orientador antes que en un transmisor de información

El profesor deberá convertirse en un arquitecto de escenarios de aprendizaje, dependiendo de las características y condiciones de todos los agentes que interactúan en el proceso enseñanza-aprendizaje. Estos escenarios deberán responder a necesidades específicas en cuanto a los estilos de aprendizaje y la generación de un contexto pertinente.

---

<sup>119</sup> DUQUE. Mauricio. Introducción. En: Ciencia e Ingeniería en la formación de Ingenieros para el siglo XXI. Fundamentos, estrategias y casos. Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, ACOFI, 2008. P 11.

## CONCLUSIONES

- El experimento desarrollado en el presente proyecto permitió encontrar que estadísticamente no se encuentra diferencia significativa entre la metodología de enseñanza por medio de lúdica y la tradicional basada en refuerzo con talleres; pero se plantean inquietudes en el análisis cualitativo, frente a la importancia de incluir estrategias pedagógicas basadas en lúdicas en los procesos de enseñanza-aprendizaje.
- El Diseño de Experimentos es una herramienta de análisis estadístico pertinente para los procesos cuantitativos que requieran un análisis riguroso de las condiciones en que puede verse afectado un producto o un servicio específico. Cuando la variable de respuesta incorpora análisis de desempeño donde intervienen las ciencias humanas, en este caso Educación, se torna un análisis Cuasiexperimental, ya que surgen factores que en determinadas ocasiones no son controlables, tales como cantidad de participantes, nivel de aprendizaje adquirido previamente, tipo de inteligencia, entre otros.
- El proceso de planificación del Diseño Experimental ocupa un mayor porcentaje del tiempo de ejecución del proyecto, antes que su misma ejecución, debido a la rigurosidad que exige esta metodología, para garantizar que los factores de análisis y la variable de respuesta sean los elementos críticos de análisis estadístico. Es necesario identificar los factores no controlables y definir un límite para el estudio de este tipo de experimentos
- La planeación del Diseño Experimental debe ser riguroso en la definición de sus factores principales de análisis (metodología, docente y promedio de carrera), variable de respuesta (rendimiento académico), factor de bloqueo (docente), tipo de diseño experimental (factorial), análisis de efectos (fijos y de interacción), y análisis de varianza; para poder interpretar los resultados con una confiabilidad estadística determinada.
- El Diseño Experimental Ideal para lograr un adecuado estudio estadístico sobre la medición del impacto de dos metodologías de enseñanza en una competencia específica requiere de una serie de disposiciones iniciales del experimento que permitan una aplicación sistemática a lo largo de diferentes periodos académicos, donde el estudiante, además de que conozca y aprenda sobre un nuevo sistema de evaluación por competencias (la rúbrica), se pueda tener seguimiento a su desempeño en diferentes competencias específicas de interés de la Ingeniería Industrial.

- La incorporación de la formación por competencias en el currículo de Ingeniería Industrial se torna necesaria, dadas las condiciones actuales de exigencia y calidad en la Educación Superior Colombiana. La evaluación del desempeño por competencias también debe considerarse en los procesos curriculares, para garantizar un proceso de evaluación y valoración de la formación del estudiante en Ingeniería Industrial.
- La construcción de un escenario de evaluación que contenga el planteamiento de lúdicas para evidenciar las conductas y desempeños de los estudiantes frente a los criterios de evaluación, se considera una estrategia novedosa en el sistema de evaluación actualmente orientado en el programa de Ingeniería Industrial, y que, de ser puesto a prueba durante un intervalo de tiempo adecuado, permitirá generar una amplia gama de resultados que permitirán fortalecer los sistemas de evaluación actuales.
- El análisis cualitativo a través de la Teoría Fundamentada de las percepciones de los estudiantes frente a la metodología lúdica seguida en clase, permitió concluir el nivel de utilidad de la misma, como también su pertinencia, y la identificación de un nivel complementario al proceso de enseñanza-aprendizaje.
- La importancia de las nuevas prácticas pedagógicas, como por ejemplo la lúdica, es reconocida por los estudiantes de la asignatura de estudio, como también identifican que es necesario desarrollar el proceso de aprendizaje con ayuda de la metodología tradicional, ya que les brinda los componentes teóricos para aplicarlos en el escenario de prueba. Se evidencia la importancia de una metodología combinada que integre tanto actividades magistrales de enseñanza, como aquellas basadas en lúdicas.
- El desarrollo del presente estudio permitió, además de incorporar el diseño experimental en un análisis de un sistema educativo, vincular la estrategia de formación por competencias, y su sistema de evaluación, para identificar el impacto que generan dos metodologías de enseñanza en el rendimiento académico de los estudiantes frente a una competencia específica del área de operaciones. Quedan diferentes inquietudes por ser resueltas en proyectos futuros, relacionadas con las limitaciones ilustradas y reflexionadas en el presente proyecto.



## DISCUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Tal y como se ha descrito en el numeral 14.7, la reflexión que se hace frente al diseño experimental ideal de aplicación para lograr un estudio completo del impacto de dos metodologías de enseñanza, frente al rendimiento académico de los estudiantes, involucra tanto el planteamiento de la forma de evaluación, como también cada uno de los factores controlables de análisis y de consideración dentro del experimento. A continuación se presentan diferentes recomendaciones de acuerdo con esta línea de investigación

- Se propone un alcance mayor en la definición de los niveles de competencias, de tal forma que se pueda identificar y validar la profundidad en el análisis que el estudiante realice sobre el escenario de evaluación. Lograr un proceso de METACOGNICIÓN<sup>120</sup> en el estudiante en formación, involucraría un análisis detallado de un alcance de la formación integral del ingeniero industrial. Esta es una meta deseada en el nuevo currículo basado en competencias.
- Desde el tipo de Diseño Experimental, se propone estudiar la aplicación de un diseño tipo Cuadrado Latino, en donde se puedan controlar simultáneamente dos fuentes de variabilidad, una relacionada con el tipo de estudiante (jornada especial y jornada diurna), y el docente (con competencias específicas).
- Los principios de aprendizaje propuestos por Ausubel, ofrecen el marco para el diseño de herramientas metacognitivas que permiten conocer la organización de la estructura cognitiva del educando, lo cual permitirá una mejor orientación de la labor educativa<sup>121</sup>. Con una apropiación del nuevo sistema de formación por competencias, y con un sistema de evaluación debidamente orientado hacia la autoevaluación<sup>122</sup>, coevaluación<sup>123</sup> y heteroevaluación<sup>124</sup>, se podrá alcanzar un nivel de profundidad en el proceso de aprendizaje del estudiante.
- Vincular una estrategia de capacitación general para los docentes del programa de Ingeniería Industrial en el manejo de actividades lúdicas en el salón de clases, de acuerdo con las competencias de interés.

---

<sup>120</sup> Ir más allá de lo esperado frente a un nivel de competencias superior. Indagar, profundizar e interiorizar en un mayor grado determinado concepto.

<sup>121</sup> AUSUBEL, David. Teoría del aprendizaje. Consultado el 12-01-2014. Disponible en:

<http://www.ctascon.com/Teoria%20del%20Aprendizaje%20Significativo%20de%20Ausubel.pdf>

<sup>122</sup> Evaluación que el estudiante realiza para sí mismo.

<sup>123</sup> Evaluación que los compañeros realizan sobre el estudiante.

<sup>124</sup> Evaluación que el orientador o docente le realiza al estudiante.

- Orientar a los docentes en el manejo de la evaluación por competencias. Si la rúbrica como instrumento de evaluación se oficializa como una herramienta clave en este proceso, se deberá capacitar a los docentes en su planificación, diseño, manejo y control, para posteriormente validar todo un sistema de evaluación por competencias en cada ruta formativa del currículo.
- Complementar este tipo de estudios cuantitativos con estudios de las percepciones de los participantes, de manera cualitativa. La propuesta de una metodología de investigación mixta ofrecerá diferentes alcances a este tipo de estudios, donde se podrá incorporar instrumentos de evaluación cualitativos y cuantitativos que permitirán enriquecer la experiencia de validación del impacto de dos metodologías de enseñanza en el resultado de los estudiantes.
- Proponer diferentes escenarios de validación de las actividades lúdicas seguidas por GEIO, no solamente en el contexto educativo, sino en el contexto empresarial, de tal forma que se pueda incorporar un análisis de competencias laborales en el desarrollo de una actividad específica.

## TRABAJOS FUTUROS

- Diseño de rúbricas para la evaluación de competencias específicas de cada área de la Ingeniería Industrial.
- Diseño de un proceso de evaluación del impacto de las actividades lúdicas elaboradas por el grupo GEIO en diferentes contextos educativos.
- Capacitación a los docentes de cada área de Ingeniería Industrial en el manejo de actividades lúdicas y el procedimiento de evaluación por competencias.
- Identificación y validación del impacto de dos metodologías de enseñanza (una basada en actividades lúdicas desde GEIO y otra basada en actividades magistrales), en competencias específicas del área de ciencias básicas de Ingeniería Industrial.
- Propuesta de Diseño Experimental y análisis cualitativo para medir el impacto de las actividades lúdicas propuestas por GEIO en el contexto empresarial.
- Validación de dos metodologías de enseñanza, según los criterios definidos en el presente proyecto sobre el Diseño Experimental Ideal, con todas las variables recomendadas.
- Aplicar el Diseño Experimental propuesto en este estudio por segunda vez, con las mismas condiciones, para evaluar y comparar resultados.
- Realizar un Diseño Experimental para la validación de dos metodologías de enseñanza, vinculando un tipo de diseño Cuadrado Latino o Greco-Latino.
- Elaborar un Diseño Experimental bajo las mismas condiciones con un mayor número de réplicas (de ser posible contar con un apoyo institucional), y analizar un proyecto para una competencia específica en la jornada diurna y otro proyecto para la misma competencia específica en la jornada especial.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] ACOFI, ICFES. Actualización y modernización del currículo en ingeniería industrial. Bogotá: Opciones Gráficas Editores LTDA, 1996.
- [2] ALLES, Martha. Desempeño por competencias. Evaluación de 360°. Editorial Granica. Buenos Aires, 2008.
- [3] ARGOTE, F. E., GÓMEZ, E., VILLADA, H. La lúdica como estrategia pedagógica en el aprendizaje de la ingeniería. Universidad de Nariño-Universidad de Cauca. En: Reunión Nacional y Expoingeniería ACOFI 2009, Ciencia, tecnología e innovación en ingeniería como aporte a la competitividad del país. Septiembre 16-18 de 2009. Memorias. Cartagena. 2009.
- [4] ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE FACULTADES DE INGENIERÍA ACOFI. Ciencia e Ingeniería en la formación de ingenieros para el siglo XXI. Fundamentos, estrategias y casos. Bogotá, 2008.
- [5] ASOCIACIÓN DE INSTITUCIONES IBEROAMERICANAS DE ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA. Aspectos básicos del diseño curricular en Ingeniería: Caso Iberoamericano. 2007.
- [6] Awad, E. y Ghaziri, H. (2003). Knowledge Management. Boston: Pearson, Primera Edición. 480 p.
- [7] BOOKER, Esther, PRAGMAN, Claudia. Minnesota State University Mankato. Fred L. Kitchens, Ball State University. Carl Rebman Jr., University of San Diego.
- [8] BURGOS, Daniel., TATTERSALL, C., *et al.* Re-purposing existing generic games and
- [9] simulations for e-learning. En: Computers in Human Behaviour. Vol. 23. No. 6. p. 2656–2667.
- [10] CABANÍ, M. L. y CARRETERO, R. La promoción de estudiantes estratégicos a través del proceso de evaluación que proponen los profesores universitarios”. En C. Monereo y I. Pozo. *La Universidad ante la nueva cultura educativa*. Madrid: Síntesis. 2003.
- [11] CAMPISTROUS P., L. y RIZO C., C. El criterio de expertos como método en la investigación educativa. Ciudad de la Habana, Cuba: Instituto Superior de Cultura Física “Manuel Fajardo”, 2006
- [12] DAS, M. N. y GIRI, N. C. Design and Analysis of Experiments. New Delhi: Wiley Eastern Ltd. 1986
- [13] DÍAZ, Abel. Diseño Estadístico de experimentos. 2ª Edición. Editorial Universidad de Antioquia, 2009. Pg 10.

- [14] DIAZ, Frida, HERNANDEZ, Gerardo. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista. Tercera Edición. McGrawHil. México, 2010. Pg 118.
- [15] DUQUE, Mauricio. Principios para la enseñanza compatibles con el aprendizaje. En: Ciencia e Ingeniería en la Formación de Ingenieros para el siglo XXI. Fundamentos, estrategias y casos. Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, ACOFI. Colombia, 2008. Pág. 40.
- [16] DUQUE. Mauricio. Introducción. En: Ciencia e Ingeniería en la formación de Ingenieros para el siglo XXI. Fundamentos, estrategias y casos. Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, ACOFI, 2008. P 11.
- [17] ECHEVERRY, Erika y BENITEZ, Yuly Andrea. Uso de la metodología constructivista en el desarrollo de un curso de habilidades comunicativas en la organización. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. 2009. 168 p.
- [18] ECHEVERRY, E., ARTEAGA, G., GUAPACHA, P. GEIO como aporte a la interdisciplinariedad del ingeniero. Universidad Tecnológica de Pereira. En: Reunión Nacional ACOFI 2010, el compromiso de las facultades de ingeniería en la formación para el desarrollo regional. Septiembre 15-17 de 2010. Memorias. Santa Marta, 2010.
- [19] ELICHIRY, N. (compiladora). Aprendizaje y contexto: Contribuciones para un debate. Editorial Manantial. Buenos Aires, 2010. Pg. 28.
- [20] FALIERES, Marcela. Cómo mejorar el aprendizaje en el aula y poder evaluarlo. . Editora Cultural Interamericana, 2006. 375 p.
- [21] GARCÍA, Fernando. Una mirada a la formación en Ingeniería en el contexto internacional. En: Plan estratégico 2013-2020, Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería. 2012, pag 12.
- [22] GOMEZ, Maria Clara. Definición de un método para el diseño de juegos orientados al desarrollo de habilidades gerenciales como estrategia de entrenamiento empresarial. Proyecto de grado postgrado (maestría). Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Maestría en Ingeniería Administrativa. 2010. 122 p.
- [23] HERNÁNDEZ, G., COLMENARES, J. Objetivos de los programas de formación de ingeniería. En: Ciencia e ingeniería en la formación de ingenieros

para el siglo XXI. Fundamentos estrategias y casos. Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, ACOFI. Colombia, 2008. Pg. 62.

- [24] HURTADO, Jacqueline. Metodología de la Investigación. Guía para la comprensión holística de la ciencia. Cuarta edición. Caracas. Quirón Ediciones, 2010.
- [25] ISAZA, A. Clases magistrales, versus actividades participativas en el pregrado de medicina. De la teoría a la evidencia. Citado por ROCHA, Jair, ARANGO, Carlos Andrés, GUTIERREZ, Hernando. Revista de estudios sociales No. 20. 83-91.
- [26] JURADO, F. El doble sentido del concepto competencia. Magisterio, Educación y Pedagogía, 1, 14-16.
- [27] KLASSEN, K. y WILLOUGHBY, K. "In-Class Simulation Games: Assessing Student Learning". En: Journal of Information Technology Education. Vol. 2. pp. 1-13
- [28] Learning". En: Journal of Information Technology Education. Vol. 2. pp. 1-13
- [29] KOBER R. y TARCA, A . For fun or profit? An evaluation of a business simulation
- [30] game. En: Accounting Research Journal. Vol. 15. pp. 98-111.
- [31] MCDONALD, R; Boud, D; Francis, J; y Gonczi, A., 2000. Nuevas perspectivas sobre la
- [32] evaluación, Boletín CinteFor, 149, 41-72.
- [33] MONTGOMERY, Douglas. Diseño y Análisis de Experimentos. Editorial Limusa Wiley. Mexico 2010.
- [34] MORÍN, Edgar. Introducción al pensamiento complejo. Barcelona: Gedisa. 1996.
- [35] MURPHY, R. Evaluating new priorities for assessment in higher education. En C. Bryan y K. Clegg (Eds.) *Innovative Assessment in Higher Education*. (37-47) New York: Routledge. 2006
- [36] MURILLO, P. Enseñar y aprender en Educación Superior. Enfoques de educación. Montevideo (Uruguay). 2005, 139-155 p.
- [37] NAPOLITANO, H. Diseño de Experimentos. Educación en Ciencias Químicas. Argentina, 2010.

- [38] NOVAK, J. Constructivismo humano: un consenso emergente. Revista planteamientos en educación. Escuela pedagógica experimental. Abril, 2000. Bogotá. Pg. 179.
- [39] PATIÑO, J.; FERRER, M. y BALTASAR, A. El uso de la rúbrica como instrumento de evaluación en la práctica reflexiva. En EVALfor (Ed.), EVALtrends 2011 – Evaluar para aprender en la universidad: Experiencias innovadoras en la sistematización de la evaluación (pp.50-59). Madrid: Bubok Publishing. 2003.
- [40] PEQUEÑO LAROUSSE ILUSTRADO. México D. F., México: Larousse, 1978.
- [41] TOLEDO, Roberto. Guía de práctica Administración de Operaciones. Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”. Perú, 2011. P. 5.
- [42] ROCHA, Jair, ARANGO, Carlos Andrés, GUTIERREZ, Hernando. Diseño de una metodología experimental para la medición del impacto de la lúdica en la aprehensión del conocimiento. En: 7 Encuentro Nacional de la Comunidad GEIO, (Octubre 2011, Bogotá). Memorias. Bogotá.
- [43] SAMPIERI, Roberto. Metodología de la Investigación. Quinta Edición. McGraw-Hill, México, 2010.
- [44] SANTOS Guerra, M. A. La evaluación: un proceso de diálogo, comprensión y mejora.
- [45] Granada: Aljibe. Santos Guerra, M. A. (2003). Una flecha en la Diana. La evaluación como aprendizaje. Madrid: Narcea.
- [46] SENGE, Peter., *et al.* La Quinta Disciplina en la Práctica. Buenos Aires, Editorial Granica, 1992.
- [47] SCHEIN, Edgar H. Psicología de la Organización. Prentice Hall Hispanoamericana. México, 1982.
- [48] SOTO, E. Comportamiento organizacional: Impacto en las emociones. Buenos Aires: Ed. Thomson Learning. 2001, 252 p.
- [49] STRAUSS, Alvin y CORBIN, Jay. Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la Teoría Fundamentada. Medellín: Universidad de Antioquia. 2002.
- [50] TOBÓN, Sergio. Competencias, Calidad y Educación Superior. Bogotá, ECOE Ediciones, 2005.

- [51] TOBÓN, Sergio. Formación basada en competencias. Pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica. Bogotá: ECOE Ediciones, 2006.
- [52] TOBÓN, Sergio. Competencias en la educación superior. Políticas hacia la calidad. ECOE Ediciones. Bogotá, 2009.
- [53] TORRES, J. PEREA, V. La rúbrica como instrumento pedagógico para la tutorización y evaluación de los aprendizajes en el foro on-line de educación superior. En Santero, J. Gil, J. Las autoevaluaciones y las rúbricas como instrumentos reguladores del aprendizaje. Revista Eval Trends Experiencias innovadoras en la sistematización de la evaluación. Universidad de Sevilla, España. 2011.
- [54] VILLARDÓN, Lourdes. Evaluación del aprendizaje para promover el desarrollo de competencias. Universidad de Deusto. pg 55-76. Revista Education siglo XXI. 2006



# **ANEXOS**


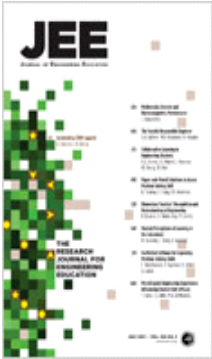
## **Anexo 1. RELACIÓN JOURNALS CONSULTADOS – ARTÍCULOS ENCONTRADOS**

La siguiente tabla resume los artículos encontrados en cada uno de los journals consultados. Algunos de estos journals se han encontrado a través de directorios científicos o bases de datos científicas diseñadas para filtrar la búsqueda de documentos y artículos académicos por temática o autor. Al final se presenta el listado de artículos encontrados en una búsqueda libre, haciendo uso del buscador Google Académico.



La presente tabla maneja una tabla de convenciones, por colores. Las celdas que están sombreadas de color verde, hacen referencia a los artículos que fueron seleccionados para la revisión bibliográfica, debido a que la temática y estructura de los mismos corresponden al planteamiento del problema de investigación del presente proyecto. Las celdas cuyas letras se encuentran de color rojo, corresponden a los artículos que en un comienzo pudieron alimentar la revisión bibliográfica, pero su estructura no correspondía directamente al planteamiento del problema.

La tabla muestra una lista de la Base de Datos donde se encontró el journal, seguido de un número consecutivo para cada uno de ellos, el logo del respectivo journal, su nombre, dirección electrónica y una corta descripción. Posterior a la presentación del journal se muestra una lista de los artículos encontrados en el mismo.

Para un mayor detenimiento y análisis de la presente tabla, el lector puede remitirse al documento en Excel titulado [Base de datos Journals Consultados – Artículos encontrados](#).

BASE DE DATOS DONDE SE ENCONTRÓ EL JOURNAL	No.	LOGO	JOURNAL CONSULTADO	DIRECCIÓN WEB	DESCRIPCION DEL JOURNAL
	1		Journal of Engineering Education JEE	<a href="http://www.jee.org/">http://www.jee.org/</a>	<p>The Journal of Engineering Education (JEE) is a peer-reviewed international journal published quarterly by the American Society for Engineering Education (ASEE) in partnership with a global community of engineering education societies and associations</p>



TÍTULO DEL ARTÍCULO	IDEA CENTRAL DEL ARTÍCULO	TEMÁTICA(S) HACIA LA CUAL APLICA EL ARTÍCULO PARA EL PROYECTO
1.1. Collaborative Learning in Engineering Students: Gender and Achievement	Aprendizaje colaborativo, Constructivismo	Educación
1.2. Student Perceptions of Learning in the Laboratory: Comparison of Industrially Situated Virtual Laboratories to Capstone Physical Laboratories	Tipos de conocimiento, cómo es el procedimiento de elaboración de un experimento. Learning by doing	Educación
1.3. Emerging methodologies in Engineering Education Research	Diferentes metodologías "emergentes" de investigación para analizar la enseñanza de la ingeniería	Educación
1.4. Quantitative, Qualitative, and Mixed Research Methods in Engineering Education		
1.5. The relationships between Student's Conceptions of Learning Engineering and their preferences for Classroom and laboratorio learning environments	Relacion de seis factores que intervienen en el proceso de aprendizaje en ingeniería	Diseño Experimental en Educación
1.6. The four-domain development diagram: a guide for holistic design of effective learning experiences for the twenty-first century engineer		
1.7. Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases	Muestra diferentes métodos de aprendizaje inductivo.	Educación

BASE DE DATOS DONDE SE ENCONTRÓ EL JOURNAL	No.	LOGO	JOURNAL CONSULTADO	DIRECCIÓN WEB	DESCRIPCION DEL JOURNAL
 <p>informs online Institute for Operations Research and the Management Sciences</p>	3		INFORMS TRANSACTIONS ON EDUCATION	<a href="http://www.informs.org/Pubs/ITE">http://www.informs.org/Pubs/ITE</a>	<p>The mission of INFORMS Transactions on Education (ISSN 1532-0545) is to advance OR/MS education at all levels worldwide. The journal publishes high-quality articles in a variety of areas related to the teaching of OR/MS: cases, spreadsheet applications, review and opinion articles, resource reviews, and discussions of the impacts of new technologies and new methods of assessment on OR/MS education.</p>

TÍTULO DEL ARTÍCULO	IDEA CENTRAL DEL ARTÍCULO	TEMÁTICA(S) HACIA LA CUAL APLICA EL ARTÍCULO PARA EL PROYECTO
3.1. Designing and Delivering a University Course - A process (or operations) management perspective		
3.2. Innovative Design for Courses with Group Projects		
3.3. The Gazogle Case	Muestra referencias de uso de juegos para la enseñanza. Referencia al libro de Heineke, Games and Exercises for Operation Management	Educación
3.4. Deming's Quality Experiments Revisited		
3.5. The use of Classroom Games in Management Science and Operations Research	Importancia de la escogencia de los juegos para desarrollar en determinadas asignaturas	Educación
3.6. An Interactive Spreadsheet-Based Tool to support teaching design of Experiments		
3.7. Process Control and Design of Experiments / ANOVA	Desarrollo de la metodología de diseño experimental a través del estudio de dos casos. También se usa para la enseñanza del DOE con hojas de cálculo	Diseño Experimental en Educación
3.8. Active Learning Projects in Service Operations Management	Primero define cada uno de los estilos de aprendizaje. Muestra una aplicación del aprendizaje activo	Educación
3.9. Comparison of an Introductory Level Undergraduate Statistics Course Taught with Traditional, Hybrid and Online delivery methods		
3.10. Learning from a classroom manufacturing exercise	Enfoque de aprendizaje experiencial	Educación



BASE DE DATOS DONDE SE ENCONTRÓ EL JOURNAL	No.	LOGO	JOURNAL CONSULTADO	DIRECCIÓN WEB
 <p>informatics online Institute for Operations Research and the Management Sciences</p>	4		OPERATIONS RESEARCH / MANGEMENT SCIENCE	<a href="http://www.informs.org/ORMS-Today">http://www.informs.org/ORMS-Today</a>

TÍTULO DEL ARTÍCULO	IDEA CENTRAL DEL ARTÍCULO	TEMÁTICA(S) HACIA LA CUAL APLICA EL ARTÍCULO PARA EL PROYECTO
4.1. Pedagogical hot topics & management sciences	Una reflexión sobre el aprendizaje activo	Educación

BASE DE DATOS DONDE SE ENCONTRÓ EL JOURNAL	No.	LOGO	JOURNAL CONSULTADO	DIRECCIÓN WEB	DESCRIPCION DEL JOURNAL
	5		JOURNAL OF STATISTICS EDUCATION	<a href="http://www.amstat.org/publications/ise/">http://www.amstat.org/publications/ise/</a>	The Journal of Statistics Education disseminates knowledge for the improvement of statistics education at all levels, including elementary, secondary, post-secondary, post-graduate, continuing, and workplace education.

TÍTULO DEL ARTÍCULO	IDEA CENTRAL DEL ARTÍCULO	TEMÁTICA(S) HACIA LA CUAL APLICA EL ARTÍCULO PARA EL PROYECTO
5.1. Planning a Comparative Experiment in Educational Settings	Como plantear y desarrollar un proyecto de investigación en educación basados en la metodología del Diseño Experimental	Diseño Experimental en Educación
5.2. Evaluating an active learning approach to teaching introductory statistics: A classroom workbook approach	La evaluación del aprendizaje activo, antes, durante y después de un curso introductorio de estadística, con un workbook como herramienta de enseñanza	Diseño Experimental en Educación
5.3. Comparing the Effectiveness of Traditional and Active Learning Methods in Business Statistics: Convergence to the Mean	Un estudio donde se muestra que el promedio de puntaje de estudiantes que aprenden con la metodología de aprendizaje activo, converge al promedio general de cualquier estilo de aprendizaje	Diseño Experimental en Educación
5.4. Do Hands-On Activities Increase Student Understanding?: A Case Study		





BASE DE DATOS DONDE SE ENCONTRÓ EL JOURNAL	No.	LOGO	JOURNAL CONSULTADO	DIRECCIÓN WEB	DESCRIPCION DEL JOURNAL
 Institute for Operations Research and the Management Sciences	6		JOURNAL OF TECHNOLOGY EDUCATION Virginia Tech	<a href="http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/">http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/</a>	The Journal of Technology Education provides a forum for scholarly discussion on topics relating to technology education. Manuscripts should focus on technology education research, philosophy, and theory. In addition, the Journal publishes book reviews, editorials, guest articles, comprehensive literature reviews, and reactions to previously published articles.

TÍTULO DEL ARTÍCULO	IDEA CENTRAL DEL ARTÍCULO	TEMÁTICA(S) HACIA LA CUAL APLICA EL ARTÍCULO PARA EL PROYECTO
6.1. Collaborative information and multimedia to assess team interaction in technology teacher preparation	Un estudio para evaluar el efecto de la interacción de los estudiantes con los miembros del grupo antes y después de trabajar con información colaborativa y tecnologías multimedia para trabajar en equipo. Los resultados se obtienen a través de comparaciones con pruebas estadísticas. (Pre test y post test)	Diseño Experimental en Educación
6.2. A theoretical framework to guide the re-engineering of technology education		
6.3. Analogical reasoning in the engineering design process and technology education applications		

BASE DE DATOS DONDE SE ENCONTRÓ EL JOURNAL	No.	LOGO	JOURNAL CONSULTADO	DIRECCIÓN WEB	DESCRIPCION DEL JOURNAL
	7		EDUCATIONAL RESEARCH REVIEW	<a href="http://www.journals.elsevier.com/educational-research-review/">http://www.journals.elsevier.com/educational-research-review/</a>	<p>Educational Research Review is a new international journal aimed at researchers and various agencies interested to review studies in education and instruction at any level. The journal will accept meta-analytic reviews, narrative reviews and best-evidence syntheses.</p>


TÍTULO DEL ARTÍCULO	IDEA CENTRAL DEL ARTÍCULO	TEMÁTICA(S) HACIA LA CUAL APLICA EL ARTÍCULO PARA EL PROYECTO
7.1. Factors affecting students self-efficacy in higher education	Muestra detenidamente los factores que intervienen en el proceso de auto-eficacia en el aprendizaje en los estudiantes de Educación Superior	Diseño Experimental en Educación
7.2. Do pedagogical agents make a difference to student motivation and learning?	Hace una revisión de los autores que se han dedicado a encontrar diferencias en la motivación y aprendizaje del estudiante a través de los agentes pedagógicos. OJO. Lo han hecho en las ciencias de la educación en psicología.	Educación
7.3. Evaluating assessment quality in competence-based education: A qualitative comparison of two frameworks	Trata sobre la importancia de continuar con evaluación por competencias. Además identifican 10 criterios de calidad para los programas de evaluación por competencias (CAP por sus siglas en inglés).	Evaluación por competencias
7.4. Towards a new, complexity science of learning and education	Artículo de reflexión que hace un llamado al cambio en la ciencia del aprendizaje y la educación, para pasar de un mundo teórico a un mundo que involucre la teoría de la complejidad. Los paradigmas actuales en Educación se basan en lo relacionado con las ciencias físicas y el pensamiento lineal, olvidando la inherente complejidad de la realidad educacional. Una reflexión proponen los autores hacia un nuevo paradigma para la educación que puede comprender los complejos procesos de aprendizaje	Educación
7.5. Teacher's and student's perceptions of assessments: A review and a study into the ability and accuracy of estimating the difficulty levels of assessment items.	Para el tema de la evaluación, calidad de la evaluación y dificultad de la misma.	Evaluación por competencias

BASE DE DATOS DONDE SE ENCONTRÓ EL JOURNAL	No.	LOGO	JOURNAL CONSULTADO	DIRECCIÓN WEB	DESCRIPCION DEL JOURNAL
	8		INTERNATIONAL JOURNAL OF EDUCATIONAL RESEARCH	<a href="http://www.sciencedirect.com/science/journal/08830355/50/2">http://www.sciencedirect.com/science/journal/08830355/50/2</a>	<p>The International Journal of Educational Research publishes regular papers and special issues on specific topics of interest to international audiences of educational researchers. Examples of recent Special Issues published in the journal illustrate the breadth of topics that have be included in the journal: 'Students' Perspectives on Learning Environments', 'Social, Motivational and Emotional Aspects of Learning Disabilities', 'Epistemological Beliefs and Domain', 'Analyzing Mathematics Classroom Cultures and Practices', and 'Music Education: A site for collaborative creativity.'</p>



TÍTULO DEL ARTÍCULO	IDEA CENTRAL DEL ARTÍCULO	TEMÁTICA(S) HACIA LA CUAL APLICA EL ARTÍCULO PARA EL PROYECTO
8.1. The impact of values education on school ambience and academic diligence	Utilizan un enfoque de métodos mixtos para medir el impacto de la educación en valores. Primero se recogen y evalúan los datos cuantitativos y luego los datos cualitativos ayudaron a refinar y explicar la información arrojada por la estadística incorporando información más detallada.	Educación
8.2. Pedagogical treatment and change in preservice teacher beliefs: an experimental study	Este estudio muestra si las creencias de los profesores del preservicio de Inglés como un Lenguaje Extranjero, acerca de la efectividad de los materiales de instrucción auténticos, comerciales y hechos por los mismos docentes, pueden cambiar después de un tratamiento pedagógico en un semestre entero. Utilizan grupo experimental y de control para hacer la medición y análisis estadístico	Diseño Experimental en Educación
8.3. Experimental evaluation of the effects of cooperative learning on kindergarden children's mathematical ability	El objetivo de este estudio fue investigar el efecto del aprendizaje cooperativo sobre la habilidad en matemáticas y comportamientos sociales cooperativos en los niños de kindergarden y evaluar las perspectivas de los profesores en la aplicación del programa. Un grupo de control (n=17) y un grupo experimental (n=17) fueron estudiados.	Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1981). Effects of cooperative and individualistic learning experiences on inter ethnic interaction. Journal of Educational Psychology, 73(3), 444–449.
8.4. Effective high school teachers: a mixed investigation	Estudio cualitativo-cuantitativo, análisis para determinar la efectividad de los profesores de secundaria	Educación
8.5. Application of qualitative and quantitative methods to enrich understanding of emotional and motivational aspects of learning		

BASE DE DATOS DONDE SE ENCONTRÓ EL JOURNAL	No.	LOGO	JOURNAL CONSULTADO	DIRECCIÓN WEB	DESCRIPCION DEL JOURNAL
	9		STUDIES IN EDUCATIONAL EVALUATION	<a href="http://www.sciencedirect.com/science/journal/0191491X">http://www.sciencedirect.com/science/journal/0191491X</a>	<p>Studies in Educational Evaluation publishes original reports of evaluation studies. Four types of articles are published by the journal: (a) empirical evaluation studies representing evaluation practice in educational systems around the world; (b) theoretical reflections and empirical studies related to issues involved in the evaluation of educational programs, educational institutions, educational personnel and student assessment; (c) articles summarizing the state-of-the-art concerning specific topics in evaluation in general or in a particular country or group of countries; (d) book reviews and brief abstracts of evaluation studies.</p>

TÍTULO DEL ARTÍCULO	IDEA CENTRAL DEL ARTÍCULO	TEMÁTICA(S) HACIA LA CUAL APLICA EL ARTÍCULO PARA EL PROYECTO
9.1. What is assessment of learning?	<p>Evaluación para el aprendizaje, orígenes y antecedentes. Revisión de investigaciones sobre evaluación y aprendizaje en el salón de clases. Definiciones de evaluación formativa y de evaluación para el aprendizaje. Cuándo la evaluación soporta el aprendizaje? Conclusiones.</p>	Evaluación por competencias



BASE DE DATOS DONDE SE ENCONTRÓ EL JOURNAL	No.	LOGO	JOURNAL CONSULTADO	DIRECCIÓN WEB	DESCRIPCION DEL JOURNAL
	11		DECISION SCIENCE JOURNAL	<a href="http://www.decisionsciences.org/Proceedings/DSI2008/docs/442-6544.pdf">http://www.decisionsciences.org/Proceedings/DSI2008/docs/442-6544.pdf</a>	Decision Sciences, the premier journal of the Decision Sciences Institute, publishes peer-reviewed scholarly research about decision making within the boundaries of an organization, as well as decisions involving inter-firm coordination. The journal promotes research advancing decision making at the interfaces of business functions and organizational boundaries.

TÍTULO DEL ARTÍCULO	IDEA CENTRAL DEL ARTÍCULO	TEMÁTICA(S) HACIA LA CUAL APLICA EL ARTÍCULO PARA EL PROYECTO
11.1. COMBINING ACTIVE LEARNING TECHNIQUES AND PRODUCTIVITY PROJECTS TO IMPROVE STUDENT PERFORMANCE IN PRODUCTION AND OPERATIONS MANAGEMENT CLASSES: AN EXPLORATORY STUDY	Estudio exploratorio para comparar el desempeño del aprendizaje activo, vs el aprendizaje tradicional en la enseñanza de administración de operaciones con software para la productividad. Los resultados se basan en un modelo de regresión, y después un análisis de varianzas ANOVA.	Diseño Experimental en Educación

BASE DE DATOS DONDE SE ENCONTRÓ EL JOURNAL	No.	LOGO	JOURNAL CONSULTADO	DIRECCIÓN WEB	DESCRIPCION DEL JOURNAL
	12		EDUCAUSE QUARTERLY	<a href="http://www.educause.edu/EDUCAUSE+Quarterly/EDUCAUSEQuarterlyMagazineVolum/ClickersintheClassroomAnActive/157458">http://www.educause.edu/EDUCAUSE+Quarterly/EDUCAUSEQuarterlyMagazineVolum/ClickersintheClassroomAnActive/157458</a>	EDUCAUSE is a nonprofit association whose mission is to advance higher education by promoting the intelligent use of information technology

TÍTULO DEL ARTÍCULO	IDEA CENTRAL DEL ARTÍCULO	TEMÁTICA(S) HACIA LA CUAL APLICA EL ARTÍCULO PARA EL PROYECTO
12.1. Clickers in the Classroom: An Active Learning Approach	Clickers, or student response systems, are a technology used to promote active learning. Muestran la implementación de un sistema de respuesta del estudiante, y lo evalúan con preguntas al mismo estudiante, el análisis que hacen es muy descriptivo, no profundizan en un análisis comparativo, involucrando más herramientas estadísticas	Diseño Experimental en Educación




BASE DE DATOS DONDE SE ENCONTRÓ EL JOURNAL	No.	LOGO	JOURNAL CONSULTADO	DIRECCIÓN WEB	DESCRIPCION DEL JOURNAL
	13		Engineering Education: Journal of the Higher Education Academy Engineering Subject Centre	<a href="http://www.engsc.ac.uk/journal/index.php/ee/index">http://www.engsc.ac.uk/journal/index.php/ee/index</a>	The journal is published twice a year and aims to promote, enhance and disseminate research, good practice and innovation in all aspects of engineering education. The journal publishes a range of original articles on engineering education at the higher education level.

TÍTULO DEL ARTÍCULO	IDEA CENTRAL DEL ARTÍCULO	TEMÁTICA(S) HACIA LA CUAL APLICA EL ARTÍCULO PARA EL PROYECTO
13.1. Evaluating learning experiences in virtual laboratory training through student perceptions: a case study in Electrical and Electronic Engineering at the University of Hong Kong	Muestra las ventajas y desventajas del manejo de un laboratorio virtual para Ingeniería Eléctrica y Electrónica.	Educación

BASE DE DATOS DONDE SE ENCONTRÓ EL JOURNAL	No.	LOGO	JOURNAL CONSULTADO	DIRECCIÓN WEB	DESCRIPCION DEL JOURNAL
	14		Ingeniare. Revista chilena de ingeniería	<a href="http://www.scielo.cl/scielo.php/script_sci_serial/pid_0718-3305/Ing_es/nrm_iso">http://www.scielo.cl/scielo.php/script_sci_serial/pid_0718-3305/Ing_es/nrm_iso</a>	Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería edita tres números al año (cuatrimestral), publica estudios originales e inéditos de académicos y profesionales pertenecientes a entidades públicas y privadas, chilenas o extranjeras, que deseen difundir sus experiencias sobre ciencias de la ingeniería, tecnología y disciplinas afines como: Electrónica, Eléctrica, Computación, Mecánica, Industrias, Acústica, Metalurgia y Enseñanza de la Ingeniería.


TÍTULO DEL ARTÍCULO	IDEA CENTRAL DEL ARTÍCULO	TEMÁTICA(S) HACIA LA CUAL APLICA EL ARTÍCULO PARA EL PROYECTO
14.1. Implementación de una propuesta de aprendizaje significativo en la cinemática a través de la resolución de problemas.	Diseño y aplicación de una propuesta metodológica activa, basada en la resolución de problemas y el cálculo diferencial, como medios para abordar contenidos de cinemática. Los resultados alcanzados muestran una valoración favorable de los estudiantes y han permitido establecer la influencia de la propuesta metodológica en el rendimiento académico y estrategias de aprendizaje, como indicadores de aprendizaje significativo y del reconocimiento que el alumno atribuye a la propuesta.	Diseño Experimental en Educación

Página 1


No.	LOGO	JOURNAL CONSULTADO	DIRECCIÓN WEB	DESCRIPCIÓN DEL JOURNAL
16		Revista Educación en Ingeniería. ACOFI	<a href="http://acofi.edu.co/revista/revista.php">http://acofi.edu.co/revista/revista.php</a>	Presenta en su contenido experiencias inéditas de origen académico y profesional en el campo de la formación de ingenieros, así como, resultados de investigación científica y tecnológica en el área, artículos de reflexión, revisión y actualización y, documentos que constituyan nuevos aportes a los procesos de enseñanza – aprendizaje en ingeniería

TÍTULO DEL ARTÍCULO	IDEA CENTRAL DEL ARTÍCULO	TEMÁTICA(S) HACIA LA CUAL APLICA EL ARTÍCULO PARA EL PROYECTO
16.1. Las competencias Base para la internacionalización de la educación superior	El presente artículo presenta los principales temas que relacionan la globalización con la internacionalización de la educación superior y muestra cómo el concepto de competencias, introducido en la educación superior desde la década de los noventa, se convierte en un factor clave para la internacionalización del currículo.	Educación
16.2. Una alternativa metodológica innovadora para formar y evaluar competencias a través de proyectos de curso en las carreras de ingeniería	Se presenta una experiencia metodológica innovadora, aplicada y enriquecida sistemáticamente, que muestra una alternativa de cómo estructurar y evaluar un curso bajo el enfoque de competencias.	Educación
16.3. Estudio de percepción sobre metodologías de enseñanza de temas de electrónica en programas diferentes a ingeniería electrónica	Estudio de la percepción de los estudiantes de cinco programas diferentes de tres universidades acerca de las metodologías de enseñanza	Educación
16.4. Modelo de aprendizaje activo para desarrollar habilidades de identificación, formulación y resolución de problemas de ingeniería industrial	Propuesta de un modelo de aprendizaje para estudiantes que les permite integrar habilidades para tener la capacidad de intervenir efectivamente en una situación organizacional reforzando sus capacidades de observación, concepción e implementación de soluciones en ingeniería	Educación


TÍTULO DEL ARTÍCULO	IDEA CENTRAL DEL ARTÍCULO	TEMÁTICA(S) HACIA LA CUAL APLICA EL ARTÍCULO PARA EL PROYECTO
16.5. Pedagogía para el desarrollo de competencias investigativas apoyada en los semilleros de investigación desde el inicio del pregrado.	Se describe una estrategia para articular la investigación formativa y la formación en investigación desde el inicio del pregrado	Investigación
16.6. Competencias aprendizaje activo e indagación un caso práctico en ingeniería	El autor propone una diferenciación en términos como aprendizaje activo, aprendizaje cooperativo, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en proyectos, "hands-on" activities, pedagogías activas, etc. A través del uso de la indagación y aprendizaje activo, se propone un esquema de evaluación por competencias	Evaluación por competencias
16.7. Impacto de los juegos didácticos como herramienta metodológica en el aprendizaje y la enseñanza de la Ingeniería Industrial	Determinar si los juegos didácticos como herramienta metodológica tienen un impacto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes en el curso de organización y métodos II del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba, Montería (Colombia). Para ello se empleó un cuasi-experimento pre test, post test y grupo de control.	Diseño Experimental en Educación

No.	LOGO	JOURNAL CONSULTADO	DIRECCIÓN WEB	DESCRIPCION DEL JOURNAL
17		Revista Ingeniería y Universidad. Universidad Javeriana		El objetivo de la publicación es servir a la divulgación y difusión del trabajo científico e investigativo en ingeniería. Son bienvenidos los trabajos que presenten resultados de investigación, artículos de revisión de una temática de la ingeniería, ensayos que contribuyan a la discusión académica y científica de la ingeniería en sus diversas ramas, entre otros.

TÍTULO DEL ARTÍCULO	IDEA CENTRAL DEL ARTÍCULO	TEMÁTICA(S) HACIA LA CUAL APLICA EL ARTÍCULO PARA EL PROYECTO
17.1. Validación de la Lúdica como herramienta metodológica complementaria en la enseñanza del método de producción de la teoría de restricciones (TOC) para el manejo de entornos multitarea	Diseño de una lúdica e implementación en un curso de TOC, para determinar el efecto de las herramientas lúdicas en el rendimiento académico de los alumnos sobre esta temática	Diseño Experimental en Educación


No.	LOGO	JOURNAL CONSULTADO	DIRECCIÓN WEB	DESCRIPCION DEL JOURNAL
18		Memorias del VII Encuentro Nacional de la Comunidad GEIO		Revista dedicada a difundir las estrategias pedagógicas aplicadas en los programas de Ingeniería Industrial y carreras afines, relacionadas con metodologías a través de actividades lúdicas. La revista publica las memorias de los eventos académicos realizados por la Comunidad Nacional GEIO

TÍTULO DEL ARTÍCULO	IDEA CENTRAL DEL ARTÍCULO	TEMÁTICA(S) HACIA LA CUAL APLICA EL ARTÍCULO PARA EL PROYECTO
18.1. Diseño de una metodología experimental para la medición del impacto de la lúdica en la aprehensión del conocimiento	Mide el efecto en el rendimiento académico del estudiante de Programación Lineal, dividiéndolos en dos cursos, uno con una metodología tradicional, y otro con lúdicas. Utilizan el Diseño de Experimentos para evidenciar diferencias entre la variable de interés (rendimiento académico de los estudiantes)	Diseño Experimental en Educación

No.	LOGO	JOURNAL CONSULTADO	DIRECCIÓN WEB	DESCRIPCION DEL JOURNAL
19		<p>I Annual CDIO Conference, Queen's University Kingston, Ontario, Canada June 7 to 8, 2005</p>	<p><a href="http://www.cdio.org/meetings-events">http://www.cdio.org/meetings-events</a></p>	<p>Several times each year CDIO collaborating institutions gather to exchange ideas and experiences, review developments at each institution, assess the Initiative's progress and further refine the project. The meetings offer many opportunities to learn about CDIO and to discuss its implementation in new locations.</p>



TÍTULO DEL ARTÍCULO	IDEA CENTRAL DEL ARTÍCULO	TEMÁTICA(S) HACIA LA CUAL APLICA EL ARTÍCULO PARA EL PROYECTO
19.1. Active Learning Games	Los autores exponen un conjunto de actividades lúdicas que le permiten al estudiante generar un aprendizaje activo, define la implementación de la lúdica por etapas, y consecuentemente, realiza una investigación en relación con la pedagogía utilizada en cada etapa. Esta investigación consiste en seleccionar un grupo de control y un grupo experimental, y a través de un quiz general, obtener las notas de los estudiantes y evaluar diferencias estadísticas significativas en el rendimiento de los estudiantes	Diseño Experimental en Educación

No.	LOGO	JOURNAL CONSULTADO	DIRECCIÓN WEB
20		Búsqueda particular en Google Académico	<p data-bbox="1346 459 1688 570">Criterio de Búsqueda: Aprendizaje cooperativo + formación para la profesión</p> <p data-bbox="1346 857 1734 927">Criterio de Búsqueda: Métodos pedagógicos innovadores</p>

TÍTULO DEL ARTÍCULO	IDEA CENTRAL DEL ARTÍCULO	TEMÁTICA(S) HACIA LA CUAL APLICA EL ARTÍCULO PARA EL PROYECTO
20.1. Aprendizaje cooperativo: implantación de esta técnica en dos asignaturas reformadas y evaluación de resultados	El autor inicialmente expone en su artículo una contextualización hacia la metodología de diseño curricular con aprendizaje cooperativo. Ofrece una idea acerca de cómo plantear la estructura de contextualización del curso o asignatura en la cual se realizará el Diseño Experimental en el presente proyecto.	Diseño Experimental en Educación
20.2. Las técnicas de aprendizaje cooperativo mejoran y consolidan la calidad docente en la asignatura Telemática de EUETIB	Se presentan los resultados obtenidos tras la implantación de técnicas de Aprendizaje Cooperativo en una asignatura optativa del plan de estudios reformado 2002 de la Escuela de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona. (EUETIB). Se han recogido datos durante siete cuatrimestres, incluyendo un grupo de control en el que se realizó la enseñanza con métodos tradicionales, con lo que el estudio puede considerarse cuantitativamente significativo.	Diseño Experimental en Educación
20.3. Modelo pedagógico basado en competencias para la enseñanza de la Física Experimental	Método comparativo entre el modelo pedagógico tradicional y el modelo pedagógico basado en competencias a los estudiantes de ingeniería de la Universidad Autónoma de Colombia que cursaban Mecánica de la partícula, utilizando un diseño experimental efectuando un análisis de contraste entre un grupo control y uno experimental, seleccionando la muestra de manera aleatoria y probabilística.	Diseño Experimental en Educación

## Anexo 2. PROYECTO FORMATIVO PROCESOS ESTOCÁSTICOS

### RUTA FORMATIVA PROGRAMA DE FORMACIÓN: INGENIERÍA INDUSTRIAL

ASIGNATURA	PROCESOS ESTOCÁSTICOS								
IDENTIFICACIÓN	Semestre	Código	Créditos	Prerrequisito	Horas				
	7	II613	3	II6A2	HT	HP	TH	HI	TTHH
					48	16	64	96	160
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	Plantear y resolver modelos matemáticos que describan de forma aproximada los diferentes factores involucrados en la toma de decisiones a nivel de producción, inventarios, inversiones, operaciones, distribución de recursos disponibles								
<b>PROBLEMA ESPECÍFICO</b>	¿Cómo aplicar las técnicas usadas para el estudio de las cadenas de Markov y las líneas de espera, así como de entender los conceptos que las sustentan?								
<b>COMPETENCIA DE ÉNFASIS</b>	Tomar decisiones en problemas multicriterio o de objetivos múltiples por medio de las técnicas de programación por metas y los procesos de jerarquías analíticas								
<b>COMPETENCIAS ESPECÍFICAS</b>	-Identificar los procesos Markovianos, para plantear los modelos y resolverlos -Identificar los procesos de líneas de espera utilizando técnicas que permitan tomar decisiones apropiadas para el mejoramiento de la eficiencia de estos procesos.								
	<b>UNIDAD I. CADENAS DE MARKOV</b> Procesos estocásticos. Cadenas de Markov. Ecuaciones de Chapman-Kolmogorov. Primera ocurrencia. Clasificación de Estados. Probabilidades de estado estable. Costo de espera pro-medio por unidad de tiempo. Funciones complejas. Cadenas absorbentes.								
<b>CONTENIDO PROPUESTO</b>	<b>UNIDAD II. DECISIONES CON LAS CADENAS DE MARKOV</b> Modelo políticas de reemplazo. Modelos de decisión Markovianos. Programación lineal y políticas óptimas aplicadas a procesos Markovianos. Procesos de decisión markovianos de período finito y métodos de aproximaciones sucesivas. Aplicaciones de las cadenas de Markov. <b>UNIDAD III. TEORÍA DE COLAS</b> Introducción, estructura básica, terminología, nomenclatura, distribución exponencial y sus propiedades, el proceso de nacimiento – muerte. Modelo básico, nomenclatura de Kendall, un servidor, varios servidores. Graficas de Crommelin. Colas finitas. Población limitada. Tasas dependientes. Funciones de distribución de probabilidad arbitrarias. Servicios Erlang. Llegadas no Poisson. Disciplinas prioritarias. Redes de colas <b>UNIDAD IV. DECISIONES CON TEORÍA DE COLAS</b> Aplicación y costeo de las líneas de espera. Aplicaciones de las cadenas de Markov en procesos de línea de espera. Programación estocástica. <b>UNIDAD V. PROGRAMACIÓN ESTOCÁSTICA</b> Definición del modelo. Técnicas de solución. Complicaciones. Empleo de software.								
<b>METODOLOGÍA DE LA ASESORÍA DIRECTA POR PARTE DEL DOCENTE</b>	Clases magistrales Estudio de casos Asesoría personalizada Trabajo en equipo Asesoría virtual Lecturas dirigidas, prácticas en el computador a través de WinQsb, hoja electrónica y laboratorios diseñados por los profesores del área.								
<b>RECURSOS</b>	Bibliografía especializada. Software especializado PROMODEL y WINQSB Windows, Excel. Sala de Informática. Direcciones electrónicas. Conexiones con otras Universidades								
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>Textos guía:</b> PRAWDA, Juan . Métodos y modelos de Investigación de operaciones Vol 2. Limusa. México.1991 JARAMILLO, Cesar. Algunas unidades de Procesos Estocásticos <b>Bibliografía Complementaria:</b> COLEAN, R. Procesos Estocásticos. Limusa. México.1976 ROZANOV, Yuri. Procesos Aleatorios. Curso resumido. Mir. Moscú, 1973 SAATY, .Thomas L. Elementos de la teoría de Colas. Aguilar. Madrid.1967 <b>Puntos virtuales de interés:</b> <a href="http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ingenieria/25741">www.virtual.unal.edu.co/cursos/ingenieria/25741</a> <a href="http://www.edustatspr.com/documentos/probabilidad/markov.pdf">www.edustatspr.com/documentos/probabilidad/markov.pdf</a> <a href="http://www.vc.ehu.es/campus/centros/farmacia/deptos-f/depme/profesor/gracia/defi.pdf">www.vc.ehu.es/campus/centros/farmacia/deptos-f/depme/profesor/gracia/defi.pdf</a> <a href="http://www.geocities.com/colegioabersan/matematicas.htm">www.geocities.com/colegioabersan/matematicas.htm</a>								

## Anexo 3. DOCUMENTOS DE LAS LÚDICAS DESARROLLADAS EN EL EXPERIMENTO



# FÁBRICA DE VASOS

## INTRODUCCIÓN

La presente actividad pretende ilustrar un proceso productivo con unas características específicas, de tal forma que se pueda asociar la importancia de la aplicación de las Cadenas de Markov en el proceso de análisis de un sistema productivo.

La actividad describe cuatro estaciones de trabajo, incluyendo una valoración de conformidad de los productos que se elaboran en una línea de producción desde la estación de control de calidad. También se incluye una actividad de reproceso, que permitirá ser estudiada desde el enfoque de la competencia en Cadenas de Markov, para estudiarla, modelarla y tomar decisiones frente a las propiedades de estado estable del sistema en estudio.

Los vasos que se producen en esta línea de producción serán la unidad de estudio, con sus características de conformidad o no conformidad con respecto a tres criterios de evaluación. Este será el punto de partida del análisis y aplicación de Cadenas de Markov en este sistema productivo.

## OBJETIVO

Identificar la importancia de la aplicación de las Cadenas de Markov en el análisis del comportamiento de un sistema productivo.

## MATERIALES

- 50 Vasos con tapa
- 100 Fichas Grandes
- 100 Fichas Pequeñas
- Un Marcador
- Un rollo de Stickers
- Un rollo de cinta de enmascarar de ½”
- Dos contenedores genéricos.

- Una mesa grande o varias pequeñas
- Un cronómetro
- Formato de recolección de información (Ver Cuadro A)

## **PARTICIPANTES**

Cuatro operarios, un jefe de producción, un patinador, observadores.

## **CONSIDERACIONES DEL JUEGO**

Se divide la mesa de trabajo en cinco estaciones usando la cinta de enmascarar, (Figura #1), en la primera se colocan los vasos y fichas grandes, en la segunda un contenedor genérico con las fichas pequeñas y las tapas, en la tercera se colocan los stickers y el marcador; y en la cuarta estación se establece un lugar para los buenos y otro lugar para los defectuosos usando la cinta de enmascarar.

**Figura #1. Distribución de los Centros de Trabajo**

				<b>B</b>
<b>Estación 1</b>	<b>Estación 2</b>	<b>Estación 3</b>	<b>Estación 4</b>	<b>M</b>

**Instrucciones de Producción.** El operario de la estación uno toma un vaso y le introduce una ficha grande, se lo pasa a la estación 2. El operario de la estación dos le introduce una ficha pequeña y lo tapa, lo pasa al operario de la estación tres. El operario de la estación tres pinta los stickers, pega uno en la parte inferior del vaso y lo pasa a la estación cuatro. El operario de la estación cuatro revisa los vasos y declara como defectuosos los que no cumplan las siguientes condiciones.

- El sticker este bien pintado y bien pegado.
- El vaso tenga las dos fichas una grande y una pequeña.
- El vaso este bien tapado.

Todos los operarios deben trabajar a su máxima capacidad.

El jefe de producción verifica que se realicen corridas de dos minutos y luego cuenta los defectuosos, los buenos y los productos en proceso por cada estación para llenar la Tabla #1.

**Tabla #1. Tabla de Registro**

	<b>Producto en Proceso</b>	<b>Buenos</b>	<b>Malos</b>
<b>Estación 1</b>			
<b>Estación 2</b>			
<b>Estación 3</b>			
<b>Estación 4</b>			

El encargado de la evaluación de la calidad de los productos deberá identificar qué criterio no cumple, si se ha clasificado como defectuoso, y deberá indicarle al patinador la estación a la cual deberá dirigirse para realizar el reproceso. En cuanto en la estación donde ocurrió el error se corrija, inmediatamente el patinador entrega nuevamente el producto reprocesado a la estación de calidad.

Luego de hacer la simulación, se deberán contestar las siguientes preguntas:

1. Identifique los estados del sistema productivo.
2. Realice un diagrama de transiciones.
3. Asigne las probabilidades de transición.
4. Identifique los tipos de estados del sistema productivo.
5. Construya la matriz de probabilidades de transición.
6. Calcule la matriz de transiciones de n pasos cuando n=3.
  - a. Interprete la probabilidad asociada  $P_{26}^3$
  - b. Interprete la probabilidad asociada  $P_{43}^3$
7. Dado que el estado actual es que el producto se encuentra en proceso en la estación No. 2, ¿cuál es la probabilidad que el producto sea clasificado en defectuoso cinco periodos más adelante?

8. Identifique las probabilidades de estado estable del sistema.
9. Interprete el vector de probabilidades de estado estable.
10. Qué mejoras plantearía usted al proceso productivo, de tal forma en que se pueda aumentar las probabilidades de transición 1-2, y 2-3?

## **DESARROLLO DEL ANÁLISIS DEL PROBLEMA CON CADENAS DE MARKOV**

### **Identificación de los estados:**

Estado 1: Proceso de producción en estación #1

Estado 2: Proceso de producción en estación #2

Estado 3: Proceso de producción en estación #3

Estado 4: Estación #4 – Control de Calidad

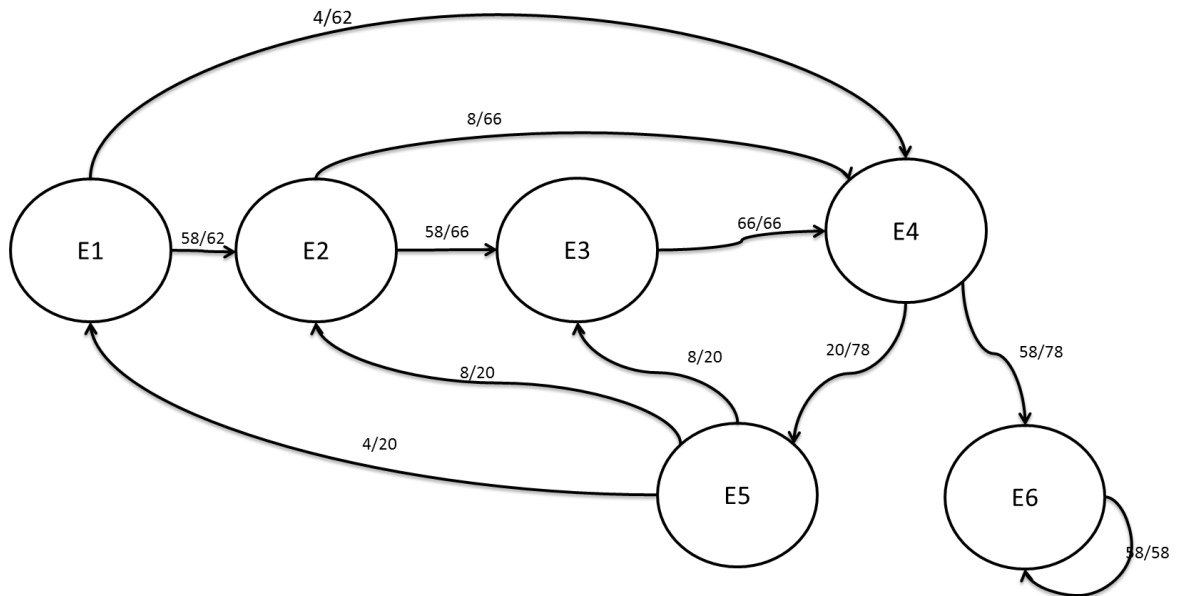
Estado 5: Clasificación de productos conformes

Estado 6: Clasificación de productos no conformes.

### **Diagrama de transiciones**

Se identifican y calculan las probabilidades de transición para calificar cada estado dentro de los rangos: recurrente, transitorio, absorbente. En el juego se calcula la cantidad de productos que corresponden al estado de no conforme, y se hace el seguimiento hacia qué estación se dirige. Por esta razón el denominador de cada cálculo para valorar las probabilidades es diferente.





**Tipos de estados:** El estado 5 es un estado absorbente, cuando el producto terminado se clasifica como bueno, no es probable que se devuelva a tener algún reproceso. Los estados 1, 2, 3, 4 y 6 son estados transitorios.

**Matriz de probabilidades de transición**

	State 1	State 2	State 3	State 4	State 5	State 6
State 1	0	,9355	0	,0645	0	0
State 2	0	0	,8788	,1212	0	0
State 3	0	0	0	1	0	0
State 4	0	0	0	0	,7436	,2564
State 5	0	0	0	0	1	0
State 6	,2	,4	,4	0	0	0

MATRIZ DE PROBABILIDADES DE TRANSICIÓN - FÁBRICA DE VASOS - GEIO

**Calcule la matriz de transiciones de n pasos cuando n=3.**

	State 1	State 2	State 3	State 4	State 5	State 6
State 1	,0033	,0066	,0066	,8221	,1323	,0291
State 2	,0062	,0124	,0124	0	,7436	,2253
State 3	,0513	,1026	,1026	0	,7436	0
State 4	0	,048	,0901	,1183	,7436	0
State 5	0	0	0	0	1	0
State 6	0	0	,1644	,3742	,3431	,1183

a. Interprete la probabilidad asociada  $P_{26}^3$

Dado que el estado actual es que el producto se encuentra en proceso en la Estación #2, la probabilidad de que el producto sea clasificado como producto no conforme, tres periodos más adelante es 0,2253.

b. Interprete la probabilidad asociada  $P_{43}^3$

Dado que el estado actual es que el producto se encuentra en proceso en la Estación #4, la probabilidad de que el producto sea devuelto a la estación #3, tres periodos más adelante es 0,901.

Identifique las probabilidades de estado estable del sistema.

	State 1	State 2	State 3	State 4	State 5	State 6
Steady State probability	0	0	0	0	1	0

Interprete el vector de probabilidades de estado estable.

A la larga todos los productos terminarán en el estado 5 (estado absorbente): productos conformes después de haber sido procesados y reprocesados cuando se requiere.

Qué mejoras plantearía usted al proceso productivo, de tal forma en que se pueda aumentar las probabilidades de transición 1-2, y 2-3?

(RESPUESTA DE LA ESTUDIANTE LUZ ADRIANA ALZATE AL RESOLVER ESTE MODELO)

- *Aplicar herramientas o filosofías como mejoramiento continuo, de control de calidad, de calidad en la fuente para disminuir la probabilidad de clasificar los productos como no conformes.*





Universidad  
Tecnológica  
de Pereira

## JUEGO DE LOS OSOS POLARES

### INTRODUCCIÓN

Las amenazas más modernas son la acumulación de contaminantes en el hielo y atmósferas árticas, y el calentamiento que está afectando a su **Ecosistema**. Según estudios canadienses (2005) el hielo de las zonas habitadas por estos animales se está derritiendo a tal velocidad que obliga al oso polar a retirarse a tierra firme sin haber completado sus reservas de grasa, que pierden durante el verano y el otoño en forma tan crítica, que afecta la capacidad de las hembras para que queden preñadas y minan su capacidad de producir leche para alimentar a sus crías.

En el Ártico, el hielo desaparece poco a poco. Y eso es una mala noticia para los osos polares. Es su hábitat natural y necesitan esas grandes placas de hielo para sobrevivir. Si es necesario, nadan durante horas hasta que encuentran una placa de hielo.

Pero ese viaje en busca de hielo puede resultar peligroso. Sobre todo, para los cachorros. Así se desprende un nuevo estudio, que señala que los cachorros, así como los ejemplares más jóvenes mueren más frecuentemente por estar obligados a nadar largas distancias con sus madres, alejándose de las zonas sin hielo<sup>125</sup>.

En esta actividad se recreará el comportamiento de una población de osos polares que vive actualmente la situación descrita en enunciado anterior. En relación con la importancia de un análisis desde tres estados posibles de supervivencia de los osos polares, se tiene la siguiente descripción:

El oso polar puede reproducirse y dar vida a una cría en un período de tiempo determinado; puede sobrevivir un periodo de tiempo más, sin tener cría; o desafortunadamente puede morir, en cualquiera de los estados de su vida.

---

<sup>125</sup> Tomado de: <http://climaticocambio.com/los-cachorros-de-osos-polares-mueren-en-la-busqueda-de-hielo/>

## **OBJETIVO**

Identificar la importancia de la aplicación de las Cadenas de Markov en el análisis del comportamiento de las poblaciones de seres vivos.

## **MATERIALES**

- Dados (20) por cada equipo
- Formato de registro de la información (ver Cuadro A)

## **PARTICIPANTES**

Tres participantes por equipo

## **CONSIDERACIONES DEL JUEGO**

Se ubicarán grupos de tres personas, en donde se deberá estudiar el comportamiento del problema planteado: la población de osos polares. Las condiciones del juego se describen a continuación, teniendo en cuenta que la representación visual de cada oso polar corresponde a un dado.

Nuevas reglas del juego:

- 1 → El oso polar se reproduce y da vida a una cría
- 2 → El oso polar muere por causa de un depredador
- 3 → El oso polar muere por causa de un cazador
- 4 → El oso polar muere por causa del detrimento de su hábitat natural
- 5 → El oso polar vive un año más
- 6 → El oso polar vive un año más

Siendo esta la situación, se estima que las probabilidades de muerte aumentan, dado el riesgo de extinción que sufre esta especie actualmente.

Luego de hacer la simulación, se deberán contestar las siguientes preguntas:

1. Identifique los estados del sistema de estudio.
2. Realice un diagrama de transiciones y asigne las probabilidades de transición.
3. Identifique los tipos de estados del sistema en estudio.
4. Construya la matriz de probabilidades de transición.
5. Calcule la matriz de transiciones de  $n$  pasos cuando  $n=2$ .
6. Dado que el estado actual de un oso polar es estar vivo, cuál es la probabilidad de que en dos años más adelante el oso se reproduzca?
7. Identifique las probabilidades de estado estable del sistema.
8. ¿Qué recomendación haría usted para modificar el comportamiento de la población de osos polares, y evitar que se extingan, desde el punto de vista de las Cadenas de Markov?

## **DESARROLLO DEL ANÁLISIS DEL PORBLEMA CON CADENAS DE MARKOV**

### **Identificación de los estados del sistema:**

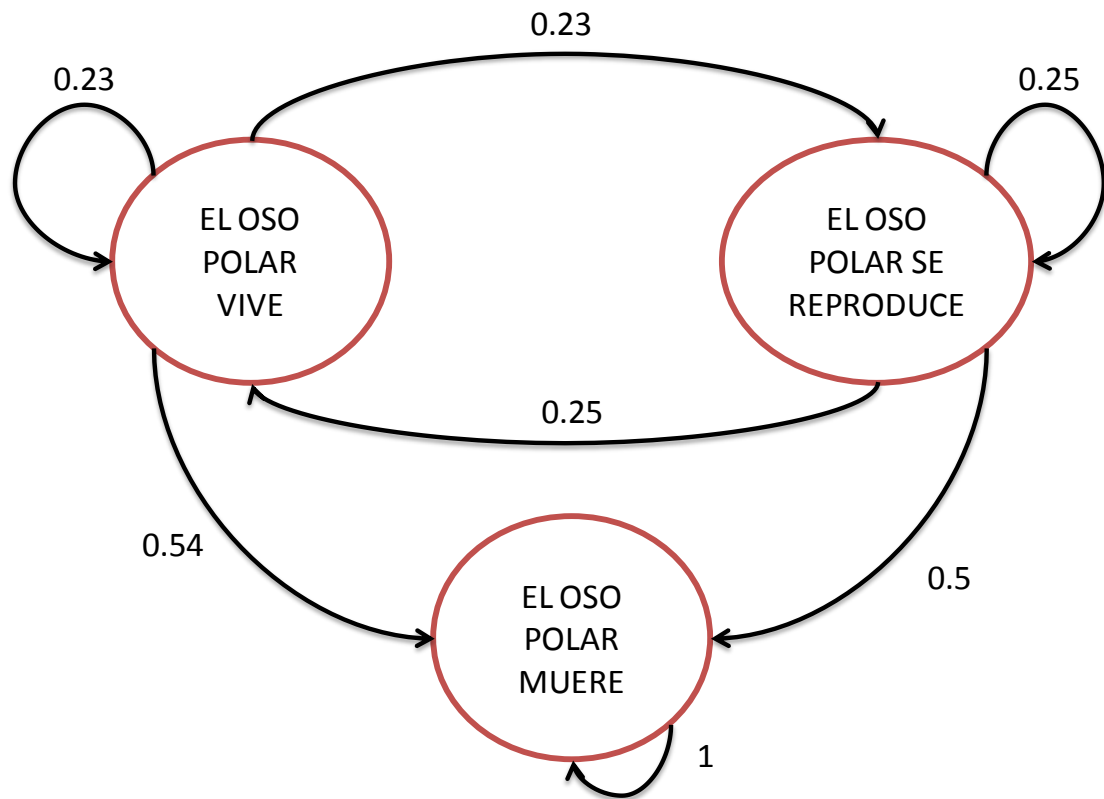
Estado 1: El oso polar vive un año más

Estado 2: El oso polar se reproduce

Estado 3: El oso polar muere

### **Diagrama de transiciones y probabilidades de transición**

Un análisis a través de cadenas de markov ilustra el siguiente comportamiento:



La siguiente es la matriz de probabilidades de transición:

$$\begin{matrix} & \begin{matrix} V & R & M \end{matrix} \\ \begin{matrix} V \\ R \\ M \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.23 & 0.23 & 0.54 \\ 0.25 & 0.25 & 0.5 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

### Identificación de los tipos de estados

Dos estados son transitorios y un estado es absorbente (el oso polar muere).

1. Calcule la matriz de transiciones de n pasos cuando n=2.

	State 1: vivo	State 2: reproducido	State 3: muerto
State 1: vivo	,1104	,1104	,7792
State 2: reproducido	,12	,12	,76
State 3: muerto	0	0	1

2. Dado que el estado actual de un oso polar es estar vivo, cuál es la probabilidad de que en dos años más adelante el oso se reproduzca?

La probabilidad es 0,1104

3. Identifique las probabilidades de estado estable del sistema.

	State 1: vivo	State 2: reproducido	State 3: muerto
Steady State probability	0	0	1

4. ¿Qué recomendación haría usted para modificar el comportamiento de la población de osos polares, y evitar que se extingan, desde el punto de vista de las Cadenas de Markov?

A través de acciones estratégicas en pro de la conservación de hábitat, (por ejemplo la disminución de la emisión de gases de efecto invernadero para evitar el derretimiento de los polos), evitar la caza ilegal de esta especie, se podría aumentar la probabilidad de transición de estar vivo y seguir vivo, o reproducirse (o de reproducirse a estar vivo, o de reproducirse a reproducirse de nuevo); ya que se observa que la probabilidad de estar vivo y al siguiente período estar muerto es muy alta (0,54), una tasa que inevitablemente lleva a la extinción de esta especie.

#### CUADRO A. FORMATO DE REGISTRO DE LA INFORMACIÓN JUEGO DE LOS OSOS POLARES

Año	OSO POLAR No.										Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0											
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											



11												
12												
13												
14												
15												
16												

Total Datos:
Total Osos Polares:



## **JOB SHOP**

### **INTRODUCCIÓN**

La presente actividad pretende ilustrar un proceso productivo con unas características específicas, de tal forma que se pueda asociar la importancia de la aplicación de las Cadenas de Markov en el proceso de análisis de un sistema productivo.

La actividad describe cuatro estaciones de trabajo, donde cada producto se procesará e manera diferente (diferentes secuencias, gran variedad, poca cantidad, lo que redundará en la identificación de un proceso productivo tipo Job Shop), en donde se podrá estudiar desde el enfoque de la competencia en Cadenas de Markov, para modelarla y tomar decisiones frente a las propiedades de estado estable del sistema en estudio.

### **OBJETIVO**

Identificar la importancia de la aplicación de las Cadenas de Markov en el análisis del comportamiento de un sistema productivo.

### **MATERIALES**

- 4 Centros de trabajo (Azul, Rojo, Verde, Amarillo)
- 24 Cajas de Capas
- Cronómetro
- 4 Marcadores (Azul, Rojo, Verde, Amarillo)
- Hoja de Control de Trabajo
- Formato de recolección de información (Ver Cuadro A)

### **PARTICIPANTES**

Cuatro operarios, un jefe de producción, observadores, (se pueden montar diferentes líneas de producción, con las mismas características con el fin de que participen más personas).

### **CONSIDERACIONES DEL JUEGO**

1. Una vez ubicados los cuatro operarios, el jefe de producción con cronómetro y formato de control de pedidos en mano, se muestran las órdenes de trabajo ya realizadas (ver figura A).

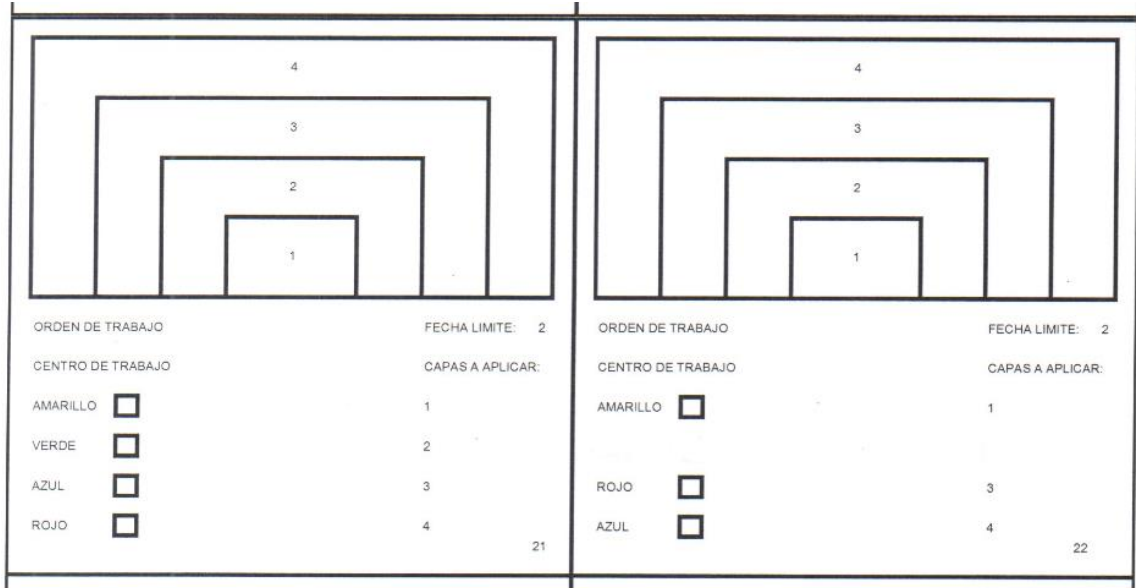


Figura A. Ejemplo de cajas de capas.

Por ejemplo la orden de trabajo No. 21 (figura de la derecha), se puede identificar como orden No. 21 por su número ubicado en la parte inferior derecha. La secuencia de producción consiste en pintar el producto, de acuerdo a la secuencia de colores mostrada en la parte inferior izquierda del producto, y la aplicación de los colores desde las capas 1 a la 4. En síntesis, el producto No. 21 deberá pintarse en la capa 1 de color amarillo, luego pasará a la estación verde para pintar la capa 2, luego a la estación azul, para aplicar este color a la capa 3 y por último la capa 4 será pintada en la estación roja, donde se dará la salida del producto terminado.

2. El procedimiento de las operaciones lo indica cada producto o caja de capa a aplicar. Cada capa tiene una secuencia de colores específica, de acuerdo al número de órdenes.
3. El jefe de producción clasifica las órdenes de trabajo, para garantizar el inicio de la corrida de producción con órdenes listas a ser procesadas.
4. Las órdenes de trabajo de un centro de trabajo a otro son enviadas por los mismos operarios cuando ya su trabajo en particular ha terminado, hasta que el producto esté terminado completamente y se deberá avisar al jefe de producción cuando esto suceda para que este a su vez registre el tiempo de salida de la orden en la hoja de registro.
5. En cada centro de trabajo una persona se encargará de pintar según su color cada orden de producción y se encargará de revisar la calidad antes de poner el producto en el área de salida de la estación.

6. Cuando todas las órdenes hayan sido terminadas el jefe de producción deberá calcular el throughput (tiempo de operación por unidad) dividiendo el tiempo en segundos sobre las unidades producidas.
7. Inclusión de los resultados en la tabla comparativa
8. Conclusiones de la lúdica



Imagen de la actividad lúdica Job Shop

Como anexo a este documento se exponen los diferentes productos a procesar, con sus secuencias respectivas. (ver anexo A)

Luego de hacer la simulación, se deberán contestar las siguientes preguntas:

1. Identifique los estados del sistema productivo.
2. Realice un diagrama de transiciones y asigne las probabilidades de transición.
3. Identifique los tipos de estados del sistema productivo.
4. Construya la matriz de probabilidades de transición.
5. Calcule la matriz de transiciones de  $n$  pasos cuando  $n=3$ .
6. Dado que el estado actual de un producto es que está siendo procesado en la estación amarilla, cuál es la probabilidad de que en dos transiciones más adelante esté siendo atendido en la roja?
7. Identifique las probabilidades de estado estable del sistema.
8. ¿Qué recomendación, desde el punto de vista de las Cadenas de Markov?

## DESARROLLO DEL ANÁLISIS DEL PORBLEMA CON CADENAS DE MARKOV

### Identificación de los estados:

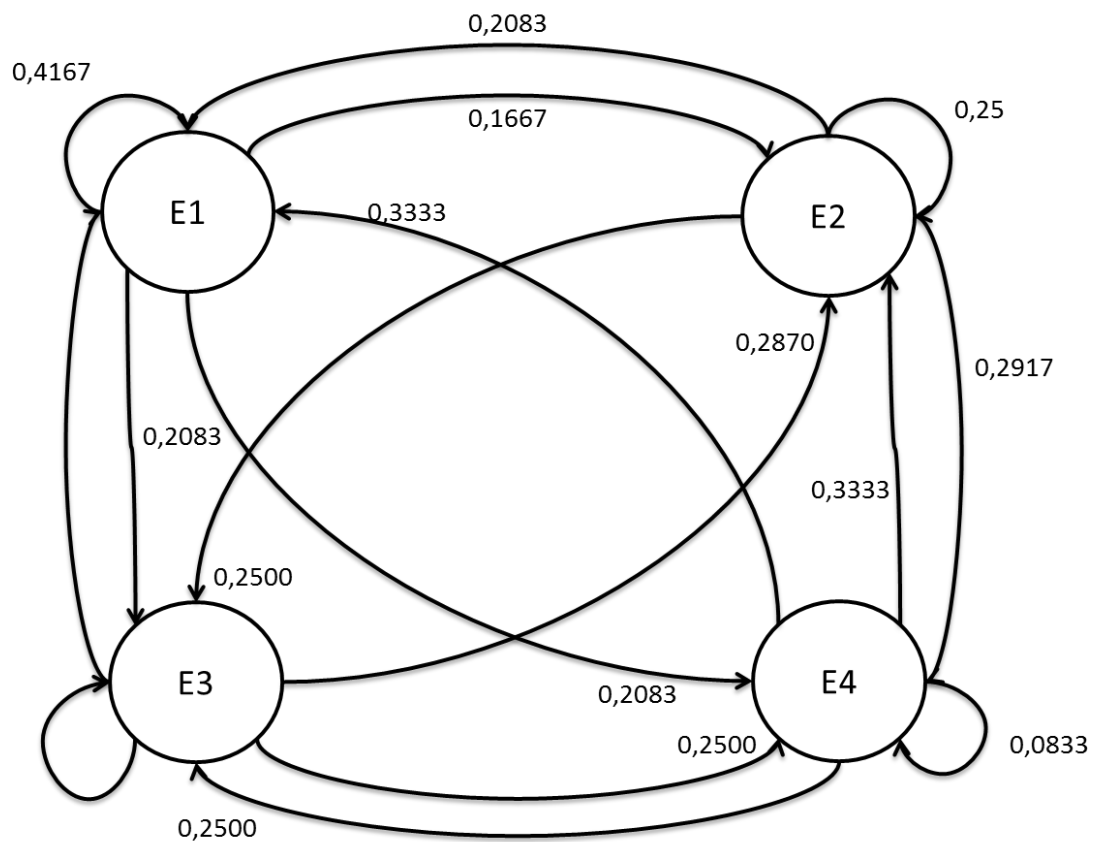
**Estado 1:** estar siendo procesado en la estación 1

**Estado 2:** estar siendo procesado en la estación 2

**Estado 3:** estar siendo procesado en la estación 3

**Estado 4:** estar siendo procesado en la estación 4

### Diagrama de transiciones



### Tipos de estados:

Los estados son todos recurrentes.

### Matriz de probabilidades de transición

Calcule la matriz de transiciones de n pasos cuando  $n=3$ .

	State 1	State 2	State 3	State 4

State 1	,3008	,25	,2366	,2125
State 2	,2937	,253	,238	,2153
State 3	,2937	,2541	,2382	,2139
State 4	,2978	,2555	,238	,2086

c. Interprete la probabilidad asociada  $P_{21}^3$

Dado que el estado actual es que el producto se encuentra en proceso en la Estación 2, la probabilidad de que el producto esté siendo procesado en la Estación 1, tres periodos más adelante es 0,2937.

d. Interprete la probabilidad asociada  $P_{43}^3$

Dado que el estado actual es que el producto se encuentra en proceso en la Estación 4, la probabilidad de que el producto esté siendo procesado en la Estación 3, tres periodos más adelante es 0,238.

Dado que el estado actual es que el producto se encuentra en proceso en la estación No. 2, ¿cuál es la probabilidad que el producto esté siendo procesado en la estación 4, tres periodos más adelante?

0,2153

Identifique las probabilidades de estado estable del sistema.

	State 1	State 2	State 3	State 4
Steady State probability	,278	,2369	,2226	,1992

Interprete el vector de probabilidades de estado estable.

A la larga las probabilidades de que un producto esté siendo procesado en cada una de las estaciones son las mostradas en la tabla.

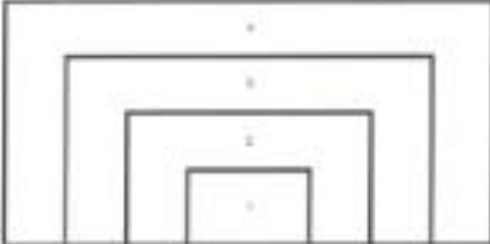
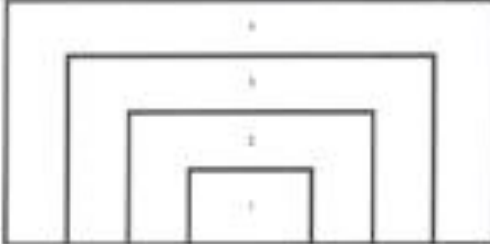
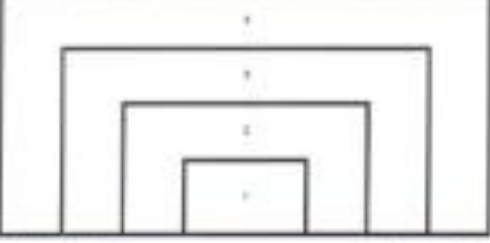
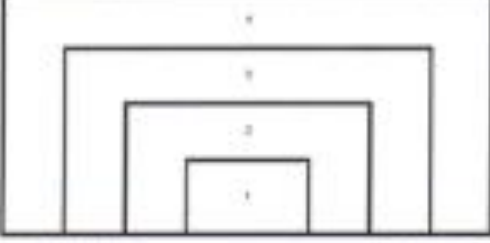
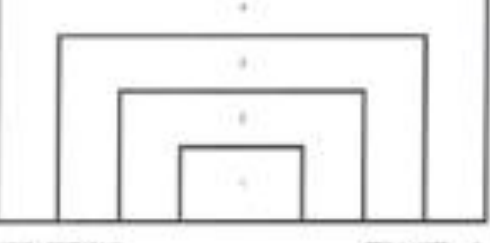
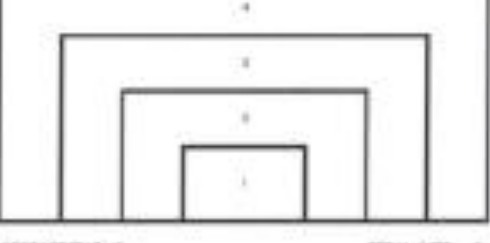
¿Qué mejoras plantearía usted al proceso productivo, teniendo en cuenta las probabilidades de estado estable?

Aunque son similares las probabilidades de estado estable en cada una de las estaciones, podría sugerirse balancear un poco más las cargas de las estaciones 1 y 4, teniendo en cuenta que tienen probabilidades de 0,278 y 0,1992 indicando que una la estación 1 está más ocupada que la 4 (y que el resto).

ANEXO A. FORMATOS DE CAJAS DE CAPAS CON SECUENCIAS RESPECTIVAS.

### CAJAS DE CAPAS MODIFICADAS

<p>ORDEN DE TRABAJO</p> <p>ORDEN DE TRABAJO</p> <p>ACR <input type="checkbox"/></p> <p>AD1 <input type="checkbox"/></p> <p>VERDE <input type="checkbox"/></p> <p style="text-align: right;">1</p>	<p>ORDEN DE TRABAJO</p> <p>ORDEN DE TRABAJO</p> <p>ACR <input type="checkbox"/></p> <p>AD1 <input type="checkbox"/></p> <p>AD2K <input type="checkbox"/></p> <p style="text-align: right;">2</p>
<p>ORDEN DE TRABAJO</p> <p>ORDEN DE TRABAJO</p> <p>ACR <input type="checkbox"/></p> <p>AD2K <input type="checkbox"/></p> <p>AD1 <input type="checkbox"/></p> <p style="text-align: right;">3</p>	<p>ORDEN DE TRABAJO</p> <p>ORDEN DE TRABAJO</p> <p>ACR <input type="checkbox"/></p> <p>AD1 <input type="checkbox"/></p> <p>AD2 <input type="checkbox"/></p> <p style="text-align: right;">4</p>
<p>ORDEN DE TRABAJO</p> <p>ORDEN DE TRABAJO</p> <p>ACR <input type="checkbox"/></p> <p>AD2K <input type="checkbox"/></p> <p>AD1 <input type="checkbox"/></p> <p style="text-align: right;">5</p>	<p>ORDEN DE TRABAJO</p> <p>ORDEN DE TRABAJO</p> <p>ACR <input type="checkbox"/></p> <p>AD2K <input type="checkbox"/></p> <p>AD1 <input type="checkbox"/></p> <p style="text-align: right;">6</p>

 <p>ORDEN DE TRABAJO: _____ FECHA ÚTIL: 4</p> <p>CENTRO DE TRABAJO: _____ CAPAS A APLICAR:</p> <p>AZUL <input type="checkbox"/> 1</p> <p>VERDE <input type="checkbox"/> 2</p> <p>ROJO <input type="checkbox"/> 3</p> <p style="text-align: right;">1</p>	 <p>ORDEN DE TRABAJO: _____ FECHA ÚTIL: 5</p> <p>CENTRO DE TRABAJO: _____ CAPAS A APLICAR:</p> <p>AZUL <input type="checkbox"/> 1</p> <p>ROJO <input type="checkbox"/> 2</p> <p>VERDE <input type="checkbox"/> 3</p> <p style="text-align: right;">6</p>
 <p>ORDEN DE TRABAJO: _____ FECHA ÚTIL: 3</p> <p>CENTRO DE TRABAJO: _____ CAPAS A APLICAR:</p> <p>AZUL <input type="checkbox"/> 1</p> <p>VERDE <input type="checkbox"/> 4</p> <p>ROJO <input type="checkbox"/> 3</p> <p style="text-align: right;">4</p>	 <p>ORDEN DE TRABAJO: _____ FECHA ÚTIL: 3</p> <p>CENTRO DE TRABAJO: _____ CAPAS A APLICAR:</p> <p>AZUL <input type="checkbox"/> 1</p> <p>VERDE <input type="checkbox"/> 4</p> <p>AMARILLO <input type="checkbox"/> 3</p> <p style="text-align: right;">30</p>
 <p>ORDEN DE TRABAJO: _____ FECHA ÚTIL: 3</p> <p>CENTRO DE TRABAJO: _____ CAPAS A APLICAR:</p> <p>AZUL <input type="checkbox"/> 1</p> <p>AMARILLO <input type="checkbox"/> 2</p> <p>VERDE <input type="checkbox"/> 3</p> <p>ROJO <input type="checkbox"/> 4</p> <p style="text-align: right;">11</p>	 <p>ORDEN DE TRABAJO: _____ FECHA ÚTIL: 2</p> <p>CENTRO DE TRABAJO: _____ CAPAS A APLICAR:</p> <p>AZUL <input type="checkbox"/> 2</p> <p>VERDE <input type="checkbox"/> 3</p> <p>AMARILLO <input type="checkbox"/> 4</p> <p style="text-align: right;">12</p>



<p>UNIDAD DE TRABAJO: _____ FECHA LIMITE: 1</p> <p>CENTRO DE TRABAJO: _____ CAPAS APLICAR:</p> <p>VERDE <input type="checkbox"/> 1</p> <p>ROJO <input type="checkbox"/> 2</p> <p>AMARILLO <input type="checkbox"/> 3</p> <p>BLANCO <input type="checkbox"/> 4</p> <p style="text-align: right;">11</p>	<p>UNIDAD DE TRABAJO: _____ FECHA LIMITE: 4</p> <p>CENTRO DE TRABAJO: _____ CAPAS APLICAR:</p> <p>VERDE <input type="checkbox"/> 1</p> <p>ROJO <input type="checkbox"/> 2</p> <p>AMARILLO <input type="checkbox"/> 3</p> <p>BLANCO <input type="checkbox"/> 4</p> <p style="text-align: right;">14</p>
<p>UNIDAD DE TRABAJO: _____ FECHA LIMITE: 3</p> <p>CENTRO DE TRABAJO: _____ CAPAS APLICAR:</p> <p>VERDE <input type="checkbox"/> 1</p> <p>ROJO <input type="checkbox"/> 2</p> <p>AMARILLO <input type="checkbox"/> 3</p> <p>BLANCO <input type="checkbox"/> 4</p> <p style="text-align: right;">12</p>	<p>UNIDAD DE TRABAJO: _____ FECHA LIMITE: 1</p> <p>CENTRO DE TRABAJO: _____ CAPAS APLICAR:</p> <p>VERDE <input type="checkbox"/> 1</p> <p>ROJO <input type="checkbox"/> 2</p> <p>AMARILLO <input type="checkbox"/> 3</p> <p>BLANCO <input type="checkbox"/> 4</p> <p style="text-align: right;">13</p>
<p>UNIDAD DE TRABAJO: _____ FECHA LIMITE: 4</p> <p>CENTRO DE TRABAJO: _____ CAPAS APLICAR:</p> <p>VERDE <input type="checkbox"/> 1</p> <p>AMARILLO <input type="checkbox"/> 2</p> <p>ROJO <input type="checkbox"/> 3</p> <p>BLANCO <input type="checkbox"/> 4</p> <p style="text-align: right;">15</p>	<p>UNIDAD DE TRABAJO: _____ FECHA LIMITE: 4</p> <p>CENTRO DE TRABAJO: _____ CAPAS APLICAR:</p> <p>AMARILLO <input type="checkbox"/> 2</p> <p>ROJO <input type="checkbox"/> 3</p> <p>VERDE <input type="checkbox"/> 4</p> <p style="text-align: right;">16</p>

<p>ORDEN DE TRABAJO: FECHA LÍMITE: 1</p> <p>CENTRO DE TRABAJO: CAPACIDAD PLUGUIN</p> <p>ANILLO <input type="checkbox"/> 1</p> <p>RED <input type="checkbox"/> 2</p> <p>VERDE <input type="checkbox"/> 3</p> <p>BLU <input type="checkbox"/> 4</p> <p style="text-align: right;">19</p>	<p>ORDEN DE TRABAJO: FECHA LÍMITE: 1</p> <p>CENTRO DE TRABAJO: CAPACIDAD PLUGUIN</p> <p>ANILLO <input type="checkbox"/> 1</p> <p>RED <input type="checkbox"/> 2</p> <p>VERDE <input type="checkbox"/> 3</p> <p>BLU <input type="checkbox"/> 4</p> <p style="text-align: right;">20</p>
<p>ORDEN DE TRABAJO: FECHA LÍMITE: 2</p> <p>CENTRO DE TRABAJO: CAPACIDAD PLUGUIN</p> <p>ANILLO <input type="checkbox"/> 1</p> <p>VERDE <input type="checkbox"/> 2</p> <p>RED <input type="checkbox"/> 3</p> <p>BLU <input type="checkbox"/> 4</p> <p style="text-align: right;">21</p>	<p>ORDEN DE TRABAJO: FECHA LÍMITE: 2</p> <p>CENTRO DE TRABAJO: CAPACIDAD PLUGUIN</p> <p>ANILLO <input type="checkbox"/> 1</p> <p>RED <input type="checkbox"/> 2</p> <p>VERDE <input type="checkbox"/> 3</p> <p>BLU <input type="checkbox"/> 4</p> <p style="text-align: right;">22</p>
<p>ORDEN DE TRABAJO: FECHA LÍMITE: 1</p> <p>CENTRO DE TRABAJO: CAPACIDAD PLUGUIN</p> <p>ANILLO <input type="checkbox"/> 1</p> <p>VERDE <input type="checkbox"/> 2</p> <p>RED <input type="checkbox"/> 3</p> <p style="text-align: right;">23</p>	<p>ORDEN DE TRABAJO: FECHA LÍMITE: ESPECIAL</p> <p>CENTRO DE TRABAJO: CAPACIDAD PLUGUIN</p> <p>ANILLO <input type="checkbox"/> 1</p> <p>VERDE <input type="checkbox"/> 2</p> <p>RED <input type="checkbox"/> 3</p> <p>BLU <input type="checkbox"/> 4</p> <p style="text-align: right;">24</p>

## **Anexo 4. ENUNCIADO TALLER PROCESOS ESTOCÁSTICOS – COMPETENCIA MANEJO DE PROCESOS MARKOVIANOS**

### **TALLER REFUERZO CADENAS DE MARKOV**

Una línea de producción que fabrica piezas de metalmecánica, tiene 3 máquinas que transforman el producto hasta tener un producto terminado. Cada vez que la pieza sale de una máquina es inspeccionada para determinar su calidad y según dicha inspección pueden suceder 3 cosas:

1. Pasar a la siguiente estación para seguir siendo procesada, o si es la última inspección (la que ocurre después de salir de la máquina 3 pasar al área de empaque y transporte
2. Volver a la máquina para ser reprocesado en caso de tener defecto de calidad, o
3. Ir directo a los desechos (se descarta la pieza).

En la tabla (archivo Excel) adjunta se muestran los datos de un muestreo aleatorio que se realizó con una población de 100 productos en cada estación. Cada columna muestra cada una de las transiciones que se hicieron desde la respectiva máquina o inspección a sus posibles estados subsecuentes.

Con la información dada:

1. Defina los estados del sistema productivo
2. Construya la matriz de probabilidades de transición con su respectivo diagrama (recuerde que la suma de las probabilidades que salen de un estado debe ser 1).
3. Identifique los tipos de estados de la cadena de Markov construida (recurrentes, transitorios o absorbentes).
4. Calcule la matriz de transiciones de  $n$  pasos cuando  $n=4$ .
  - 4.1. Identifique e interprete la probabilidad asociada a la transición:
    - Máquina A-Inspección A
    - Máquina A-Inspección C
    - Inspección A- Empaque y Transporte
    - Inspección B- Desechos
    - Inspección C- Máquina C
    - Empaque y Transporte – Empaque y transporte
    - Máquina B-Máquina C
    - Máquina C –Máquina C

5. Dado que el estado actual es que la pieza se encuentra en proceso en la Máquina B, ¿cuál es la probabilidad que el producto sea clasificado en desechos cinco periodos más adelante?
6. Dado que el estado actual es que la pieza está en la Inspección A
  - 6.1. ¿cuál es la probabilidad que el producto sea clasificado en desechos cinco periodos más adelante? Rta: 0,1644
  - 6.2. ¿cuál es la probabilidad que el producto esté en la sección de Empaque y Transporte? Rta: 0,7399
  - 6.3. ¿Por qué es tan diferente la probabilidad de Inspección A-Empaque y transporte, en  $n=4$  y  $n=5$ ?
7. Halle el estado estable e interprete.
8. Qué mejoras plantearía usted al proceso productivo, de tal forma en que se pueda aumentar las probabilidades de llegar a la sección de Empaque y Transporte?

Tabla de datos

Muestra	Estado actual					
	Máquina A	Inspección A	Máquina B	Inspección B	Máquina C	Inspección C
1	Inspección A	Máquina B	Inspección B	Máquina C	Inspección C	Empaque y T
2	Inspección A	Máquina B	Inspección B	Máquina C	Inspección C	Empaque y T
3	Inspección A	Máquina B	Inspección B	Máquina C	Inspección C	Empaque y T
4	Desechos	Máquina B	Inspección B	Máquina C	Inspección C	Empaque y T
5	Inspección A	Máquina B	Inspección B	Máquina C	Inspección C	Empaque y T
6	Inspección A	Máquina B	Inspección B	Máquina C	Inspección C	Empaque y T
7	Inspección A	Máquina B	Inspección B	Máquina B	Inspección C	Desechos
8	Inspección A	Máquina A	Inspección B	Máquina C	Inspección C	Empaque y T
9	Inspección A	Máquina B	Inspección B	Máquina C	Inspección C	Empaque y T
10	Inspección A	Máquina B	Inspección B	Máquina C	Inspección C	Empaque y T
11	Inspección A	Máquina B	Inspección B	Máquina C	Inspección C	Empaque y T
12	Inspección A	Máquina B	Inspección B	Máquina C	Inspección C	Empaque y T
13	Inspección A	Máquina B	Desechos	Máquina C	Inspección C	Empaque y T
14	Desechos	Máquina B	Inspección B	Máquina C	Inspección C	Empaque y T
15	Inspección A	Máquina B	Inspección B	Máquina C	Inspección C	Empaque y T
16	Inspección A	Máquina B	Inspección B	Máquina C	Inspección C	Empaque y T
17	Inspección A	Desechos	Inspección B	Máquina C	Inspección C	Empaque y T
18	Inspección A	Máquina B	Inspección B	Máquina B	Inspección C	Empaque y T
19	Inspección A	Máquina B	Inspección B	Máquina C	Inspección C	Máquina C
20	Inspección A	Máquina B	Inspección B	Máquina C	Inspección C	Empaque y T
21	Inspección A	Desechos	Inspección B	Máquina C	Inspección C	Empaque y T
22	Inspección A	Máquina B	Inspección B	Máquina C	Inspección C	Empaque y T
23	Inspección A	Máquina B	Inspección B	Máquina C	Inspección C	Empaque y T
24	Inspección A	Máquina B	Inspección B	Máquina C	Inspección C	Empaque y T
25	Inspección A	Máquina B	Inspección B	Máquina C	Inspección C	Empaque y T
26	Inspección A	Máquina B	Inspección B	Máquina C	Inspección C	Empaque y T
27	Inspección A	Máquina B	Inspección B	Máquina C	Inspección C	Empaque y T
28	Inspección A	Máquina B	Inspección B	Máquina C	Inspección C	Empaque y T
29	Inspección A	Máquina B	Inspección B	Desechos	Inspección C	Empaque y T
30	Inspección A	Máquina B	Inspección B	Máquina C	Inspección C	Empaque y T
31	Inspección A	Máquina B	Inspección B	Máquina C	Inspección C	Empaque y T
32	Inspección A	Máquina B	Inspección B	Máquina C	Inspección C	Empaque y T
33	Inspección A	Máquina B	Inspección B	Máquina C	Inspección C	Empaque y T
34	Inspección A	Máquina B	Inspección B	Máquina C	Inspección C	Empaque y T

Cada columna muestra cada una de las transiciones que se hicieron desde la respectiva máquina o inspección a sus posibles estados subsecuentes. Por ejemplo, si nos ubicamos en la columna de la Máquina A, en la muestra 14, indica que la pieza después de ser procesada en la máquina A pasó a desechos. Si nos ubicamos en la columna de Inspección C en la muestra 23, indica que después de hacer la inspección correspondiente, la pieza pudo pasar al área de Empaque y Transporte.

Con el fin de que pueda encontrar rápidamente las frecuencias, puede utilizar la función de Excel, **CONTAR.SI(rango;criterio)**. La función CONTAR.SI cuenta el número de celdas dentro de un rango que cumplen un solo criterio especificado por el usuario.

La sintaxis de la función CONTAR.SI tiene los siguientes argumentos:

**rango:** Obligatorio. Una o más celdas que se van a contar, incluidos números o nombres, matrices o referencias que contengan números. Los valores en blanco y los de texto no se tienen en cuenta.

**criterios:** Obligatorio. Número, expresión, referencia de celda o cadena de texto que determina las celdas que se van a contar. Por ejemplo, los criterios pueden expresarse como Desechos, D16.



**Anexo 5. CUESTIONARIOS PLANTEADOS COMO COMPLEMENTO AL DESARROLLO DE LOS ESCENARIOS RECREADOS PARA LA EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LA COMPETENCIA ESPECÍFICA *MANEJO DE PROCESOS MARKOVIANOS PARA FORTALECER LA TOMA DE DECISIONES***

NOMBRE: \_\_\_\_\_

DE ACUERDO CON EL EJERCICIO DEL COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE FABRICACIÓN DE VASOS, RESUELVA LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:

**LÚDICA FÁBRICA DE VASOS**

Luego de hacer la simulación, se deberán contestar las siguientes preguntas:

1. Identifique los estados del sistema productivo.
2. Realice un diagrama de transiciones.
3. Asigne las probabilidades de transición.
4. Identifique los tipos de estados del sistema productivo.
5. Construya la matriz de probabilidades de transición.
6. Calcule la matriz de transiciones de n pasos cuando  $n=3$ .
  - a. Interprete la probabilidad asociada  $P^3_{26}$
  - b. Interprete la probabilidad asociada  $P^3_{43}$
7. Dado que el estado actual es que el producto se encuentra en proceso en la estación No. 2, ¿cuál es la probabilidad que el producto sea clasificado en defectuoso cinco periodos más adelante?
8. Identifique las probabilidades de estado estable del sistema.
9. Interprete el vector de probabilidades de estado estable.
10. Qué mejoras plantearía usted al proceso productivo, de tal forma en que se pueda aumentar las probabilidades de transición 1-2, y 2-3?

## LÚDICA JUEGO DE LOS OSOS POLARES

NOMBRE: \_\_\_\_\_

DE ACUERDO CON EL EJERCICIO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS OSOS POLARES, RESUELVA LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:

1. Identifique los estados del sistema de estudio.
2. Realice un diagrama de transiciones y asigne las probabilidades de transición.
3. Identifique los tipos de estados del sistema en estudio.
4. Construya la matriz de probabilidades de transición.
5. Calcule la matriz de transiciones de  $n$  pasos cuando  $n=2$ .
6. Dado que el estado actual de un oso polar es estar vivo, cuál es la probabilidad de que en dos años más adelante el oso se reproduzca?
7. Identifique las probabilidades de estado estable del sistema.
8. ¿Qué recomendación haría usted para modificar el comportamiento de la población de osos polares, y evitar que se extingan, desde el punto de vista de las Cadenas de Markov?



## LÚDICA JOB SHOP

NOMBRE: \_\_\_\_\_

DE ACUERDO CON EL EJERCICIO DE LAS CAJAS DE CAPAS, RESUELVA LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:

1. Identifique los estados del sistema productivo.
2. Realice un diagrama de transiciones y asigne las probabilidades de transición.
3. Identifique los tipos de estados del sistema productivo.
4. Construya la matriz de probabilidades de transición.
5. Calcule la matriz de transiciones de  $n$  pasos cuando  $n=3$ .
6. Dado que el estado actual de un producto es que está siendo procesado en la estación amarilla, cuál es la probabilidad de que en dos transiciones más adelante esté siendo atendido en la roja?
7. Identifique las probabilidades de estado estable del sistema.
8. ¿Qué recomendación , desde el punto de vista de las Cadenas de Markov?

## Anexo 6. CUESTIONARIO PARA DETERMINAR EL COEFICIENTE DE CONOCIMIENTO DE LOS EXPERTOS.

### CUESTIONARIO PARA DETERMINAR EL COEFICIENTE DE CONOCIMIENTO DE EXPERTOS

Sexo: Masculino \_\_\_ Femenino \_\_\_  
 Edad: Menos de 25 años \_\_\_ 25 a 35 años \_\_\_ 36 a 45 años \_\_\_ Más de 45 años \_\_\_  
 Calificación profesional, grado científico o académico:  
 Profesor \_\_\_ Especialista \_\_\_ Magister \_\_\_ Doctor \_\_\_  
 Título académico: \_\_\_\_\_

Años de experiencia Laboral: \_\_\_\_\_

Años de experiencia en Docencia y/o Investigación: \_\_\_\_\_

Agradecemos su colaboración al diligenciamiento de la siguiente información solicitada.

Este cuestionario es una actividad del trabajo de investigación titulado “ENSEÑANZA TRADICIONAL vs METODOLOGÍA LÚDICA. UN DISEÑO EXPERIMENTAL PARA MEDIR EL IMPACTO DE COMPETENCIAS ESPECÍFICAS EN UNA ASIGNATURA DEL PREGRADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA”, del Grupo en la Enseñanza de Investigación de Operaciones, GEIO. Tiene como objetivo determinar el coeficiente de conocimiento de los expertos que valoran el instrumento de evaluación de las conductas observables de la competencia denominada “Construir un modelo de un fenómeno aleatorio a través de Cadenas de Markov Discretas, para soportar la toma de decisiones”, para los estudiantes de procesos estocásticos, grupos 2, 102 y 103 del programa de Ingeniería Industrial, del periodo académico 2013-2.

**DIRIGIDO A:** Expertos en la temática de procesos estocásticos, investigación de operaciones, específicamente en el modelamiento de Cadenas de Markov.

#### I. GRADO DE CONOCIMIENTO.

Marque con una X, en una escala creciente de 1 a 10, el valor que corresponde con el grado de conocimiento e información que tiene sobre el tema de estudio: Cadenas de Markov.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

#### II. AUTOVALORACIÓN.

Marque con una X, el grado de influencia de cada una de las fuentes que se presentan en la siguiente tabla, de acuerdo a sus niveles de argumentación, fundamentación y conocimientos acerca del tema:

**“Modelamiento de Cadenas de Markov”.**

Fuentes de argumentación	Alto	Medio	Bajo
Análisis Teórico realizado por usted.			
Su experiencia en el diseño y análisis de problemas usando el modelamiento de Cadenas de Markov.			
Trabajos de Publicación Nacional y/o internacional en el tema de modelamiento de Cadenas de Markov.			
Lectura del estado del arte en el modelamiento de cadenas de markov, como			

referente de orientación en sus clases.			
Desarrollo de trabajos de investigación específicos en la temática de modelamiento de cadenas de markov.			
Su intuición.			

## Anexo 7. ENCUESTA CRITERIO DE EXPERTOS PARA VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN DE COMPETENCIA

### ENCUESTA CRITERIO DE EXPERTOS PARA VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN DE COMPETENCIA

Esta encuesta es una actividad del trabajo de investigación titulado “ENSEÑANZA TRADICIONAL vs METODOLOGÍA LÚDICA. UN DISEÑO EXPERIMENTAL PARA MEDIR EL IMPACTO DE COMPETENCIAS ESPECÍFICAS EN UNA ASIGNATURA DEL PREGRADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA”, del Grupo en la Enseñanza de Investigación de Operaciones, GEIO. Tiene como objetivo someter a criterio de expertos la propuesta del instrumento de evaluación de las conductas observables de la competencia denominada “Construir un modelo de un fenómeno aleatorio a través de Cadenas de Markov Discretas, para soportar la toma de decisiones”, para los estudiantes de procesos estocásticos, grupos 2, 102 y 103 del programa de Ingeniería Industrial, del periodo académico 2013-2.

**DIRIGIDO A:** Expertos en la temática de procesos estocásticos, investigación de operaciones, específicamente en el modelamiento de Cadenas de Markov.

Para cada indicador de valoración expuesto, marque con una X su apreciación:

Indicador para valorar el instrumento de evaluación de competencia	Muy adecuado (MA)	Bastante adecuado (BA)	Adecuado (A)	Poco adecuado (PA)	No adecuado (NA)
<b>CLARIDAD.</b> El instrumento de evaluación expone preguntas claramente definidas, en términos de redacción y contenido.					
<b>INTEGRALIDAD.</b> El instrumento de evaluación ilustra cada una de las conductas observables ( <i>ver anexo #1: Competencias y Conductas Observables</i> ) de manera integrada.					
<b>PERTINENCIA.</b> El instrumento de evaluación presenta las cuestiones fundamentales de modelamiento de cadenas de markov para fortalecer el proceso de toma de decisiones.					
<b>VIABILIDAD.</b> La aplicación del instrumento de evaluación es posible en el escenario de Procesos Estocásticos, para estudiantes de VI Semestre de Ingeniería Industrial.					
<b>COHERENCIA.</b> Considera que el instrumento de evaluación guarda relación sistemática con las conductas observables definidas ( <i>ver anexo #1: Competencias y Conductas Observables</i> )					

OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS.

---



---

**ANEXO #1: COMPETENCIAS Y CONDUCTAS OBSERVABLES. PROCESOS ESTOCÁSTICOS. INGENIERÍA INDUSTRIAL.**

COMPETENCIA	CONDUCTAS OBSERVABLES	NIVEL
Construir un modelo de un fenómeno aleatorio a través de Cadenas de Markov Discretas, para soportar la toma de decisiones.	Toma decisiones enfocadas a la mejora del proceso estudiado con base en los resultados obtenidos.	Nivel 5
	Resuelve el modelo e interpreta las probabilidades de transición en diferentes momentos del tiempo.	Nivel 4
	Construye la matriz de probabilidades con información histórica o recolectada.	Nivel 3
	Identifica los estados del fenómeno aleatorio y construye un diagrama de transiciones.	Nivel 2
	Identifica un proceso estocástico (fenómeno aleatorio y el tiempo como variable de referencia).	Nivel 1
	No identifica un fenómeno aleatorio (competencia no alcanzada).	Nivel 0

**CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN COMPETENCIA CADENAS DE MARKOV**

**DE ACUERDO CON EL EJERCICIO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS OSOS POLARES, RESUELVA LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:**

1. Identifique los estados del sistema en estudio.
2. Realice un diagrama de transiciones y asigne las probabilidades de transición.
3. Identifique los tipos de estados del sistema en estudio.
4. Construya la matriz de probabilidades de transición.
5. Calcule la matriz de transiciones de n pasos cuando n=2.
6. Dado que el estado actual de un oso polar es estar vivo, cuál es la probabilidad de que en dos años más adelante el oso se reproduzca?
7. Identifique las probabilidades de estado estable del sistema.
8. ¿Qué recomendación haría usted para modificar el comportamiento del sistema, en búsqueda de mayores beneficios para el mismo, desde el punto de vista de las Cadenas de Markov?