

JUEGO DIDÁCTICO COMO HERRAMIENTA COMPLEMENTARIA
PARA LA ENSEÑANZA DE MODELACIÓN MATEMÁTICA



AUTOR (ES):

MARÍA INÉS MARTÍNEZ GALEANO

ANA ELVIRA VIDAL AVILA

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
MONTERÍA, CÓRDOBA

2020

JUEGO DIDÁCTICO COMO HERRAMIENTA COMPLEMENTARIA
PARA LA ENSEÑANZA DE MODELACION MATEMATICA

AUTOR (ES):

MARÍA INÉS MARTÍNEZ GALEANO

ANA ELVIRA VIDAL AVILA

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO EN LA MODALIDAD
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN, COMO PARTE DE
LOS REQUISITOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
INDUSTRIAL

DIRECTOR

ING. PH. D HELMAN ENRIQUE HERNÁNDEZ RIAÑO

CODIRECTOR

ING. M.SC. JORGE MARIO LÓPEZ PEREIRA

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

MONTERÍA, CÓRDOBA

2020

NOTA DE ACEPTACIÓN

Ing. Ph. D. Helman Enrique Hernández Riaño

Ing. M.Sc. Jorge Mario López Pereira

JURADO

JURADO

DEDICATORIA

A Dios quien es el centro de mi vida y siempre me acompaña, a mis amados padres Mary y Marco; a mis hermanos Marco y Julio; a la memoria de mis abuelos Ana y Eusebio; a mi familia y a mis fieles amigos, porque todos siempre han sido, son y serán mi mayor motivación y por hacerme la persona que soy hoy en día.

Ana Elvira Vidal Ávila.

A Dios nuestro creador, porque diariamente me muestra su amor, a través de gestos tan sencillos pero valiosos como lo son: el cariño y nobleza de mi madre y mi hermana, la unión y la fe de mi familia a pesar de las circunstancias, el apoyo de mis amigos y profesores.

María Inés Martínez Galeano

AGRADECIMIENTOS

A Dios nuestro señor por llevarnos siempre de su mano en nuestro proceso de formación como Ingenieras Industriales, porque su tiempo es perfecto y porque su amor lo puede todo.

A los ingenieros Helman Hernández y Jorge López por su motivación, colaboración y orientación en todo nuestro proceso de investigación, por el tiempo dedicado a la revisión y aportes en todas las etapas de la misma.

Al semillero de investigación ECEIA por impulsarnos al desarrollo investigativo.

A todos nuestros compañeros y profesores por ser partícipes de todo nuestro proceso de aprendizaje.

TABLA DE CONTENIDO

	Pag
INTRODUCCIÓN.....	1
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	3
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
2 OBJETIVOS	6
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	6
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
3 JUSTIFICACIÓN.....	8
4 ALCANCE Y LIMITACIONES	11
4.1 ALCANCE	11
4.2 LIMITACIONES	11

5 MARCO REFERENCIAL	13
5.1. MARCO TEORICO	13
5.1.1. Metodologías De Enseñanza	13
5.1.1.1. Metodología Tradicional (Clase Magistral)	13
5.1.1.2. Metodología Activa (Juego Didáctico)	14
5.1.2. Constructivismo.....	16
5.1.3. Cognitivismo	17
5.1.4 Taxonomía De Bloom	17
5.1.4.1. Taxonomía Revisada De Bloom.....	19
5.1.4.2. Taxonomía De La Era Digital De Bloom	20
5.1.4.3. Taxonomía De Bloom Asociada Al Modelo Samr	20
5.1.5. Estilos De Aprendizaje.	22
5.1.5.1. Estilos De Aprendizaje Y Rendimiento Académico.	22
5.1.5.2. Modelos De Estilo De Aprendizaje.	23
5.1.5.3. Herramientas De Evaluación.....	28
5.1.6. Modelación Matemática	30
5.1.6.1. Programación Lineal	31
5.1.6.2. Estructura Del Proceso De Formulación De Modelos Matemáticos De Programación Lineal.	32
5.1.6.3. Tipos De Modelos Matemáticos En Programación Lineal.	33
5.2. MARCO CONCEPTUAL	36

5.2.1. Rendimiento Academico	36
5.2.2. Aprendizaje Significativo	37
5.2.3. Pensamiento Abstracto	37
5.2.4. Competencia Educativa.	37
5.2.5. Enseñanza-Aprendizaje	38
5.2.6. Juego	38
5.2.7. Didactica	38
5.3. ESTADO DEL ARTE	38
6 Diseño Metodologico De La Investigación	43
6.1. METODOLOGIA	43
6.1.1. Tipo De Estudio	43
6.1.2. Hipótesis	45
6.1.3. Variables	46
6.1.4. Diseño De Experimento.....	46
6.1.4.1. Convenciones Y Esquema Del Diseño Experimental	47
6.1.4.2. Sujetos De Investigación	47
6.1.4.3. Muestra	47
6.1.5. Material Experimental	47
6.1.6. Juego Didáctico “Moma Game”	48
6.1.7. Recursos.....	53
6.1.8. Recolección De La Información	54

6.1.9. Analisis De Los Datos	54
7 DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	55
7.1. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.....	55
7.1.1. Validez De Los Instrumentos De Medición	56
7.1.1.1. Validez Del Contenido	56
7.1.1.2. Validez Del Constructo	56
7.1.2. Confiabilidad De Los Instrumentos De Medición.....	57
7.1.3. Resultados Del Análisis Confiabilidad Y Validez.	58
7.1.3.1. Pretest	58
7.1.3.2. Postest.....	60
7.1.4. Procedimiento Experimental	61
8 RESULTADOS	64
8.1. DESCRIPCIÓN DE LOS ESTILOS DE APRENDIZAJE	64
8.2 VALIDACIÓN DE HIPOTESIS	66
8.2.1. Hipótesis I.....	66
8.2.2. Hipótesis II	68
8.2.3. Hipótesis III:	69
8.2.4. Hipotesisi IV:.....	69
8.2.5. Hipótesis V:	70
8.2.6. Hipótesis VI:	71
8.2.7. Hipótesis VII:	71

8.2.8. Hipótesis VIII:	72
9 CONCLUSIÓN	74
10 RECOMENDACIONES	77
11 BIBLIOGRAFIA	79

LISTA DE TABLAS.

Tabla 1. Verbos de la Taxonomía digital de bloom asociados a las categorías de la Taxonomía revisada de Bloom.	20
Tabla 2. Modelo de estilo de aprendizaje de Honey y Mumford.	25
Tabla 3. Modelo de estilo de aprendizaje de Kolb	26
Tabla 4. Convenciones y variables de diseño experimental.	47
Tabla 5. Muestra	47
Tabla 6. Resultados prueba de normalidad pretest – prueba piloto	58
Tabla 7. Resultados prueba de rangos con signo (Wilcoxon) pretest-prueba piloto	59
Tabla 8. Resultados prueba de normalidad posttest - prueba piloto	60
Tabla 9. Resultados prueba de rangos con signo (Wilcoxon) posttest - prueba piloto	61
Tabla 10. Abreviaciones y definiciones	64
Tabla 11. Parámetros descriptivos de estilos de aprendizaje obtenido por los estudiantes	65
Tabla 12. Baremo de interpretación	65
Tabla 13. Baremo general de predominancia de estilos de aprendizaje. .	66

Tabla 14. Predominancia particular de estilos de aprendizaje.....	66
Tabla 15. Prueba de normalidad pretest.	67
Tabla 16. Resultados equivalencia de condiciones iniciales.	67
Tabla 17. Prueba de normalidad.	68
Tabla 18. Resultados aprendizaje significativo.	68
Tabla 19. Correlación rendimiento académico.....	70
Tabla 20. Resultados ANOVA relación entre factores y rendimiento académico.....	71
Tabla 21. Correlación rendimiento académico por competencias.....	72
Tabla 22. Resultados ANOVA'S correlación rendimiento académico por competencias.	73

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Niveles de la taxonomía de Bloom.	18
Figura 2. Categorías de la taxonomía original de Bloom vs Categorías taxonomía revisada de Bloom por Anderson & Krathwohl.	19
Figura 3. Diagrama SAMR inspirado en los trabajos de Rubén Puentedura, Andrew Churches y Kathy Schrock.	21
Figura 4. Tipología de aprendices.	27
Figura 5. Baramdeo de interpretación CHAEA	29
Figura 6. Ciclo de modelado	31
Figura 7. Representación del modelo de transporte con nodos y flechas.	34
Figura 8. Modelo de asignación	34
Figura 9. Modelo de mezcla.	35
Figura 10. Modelo de corte (ejemplo).....	36

ANEXOS

Anexo 1. Calificaciones pretest piloto	87
Anexo 2. Calificaciones posttest piloto.....	88
Anexo 3. Resultados experimento grupo de control	88
Anexo 4. Resultados experimento grupo experimental.	89
Anexo 5. Resultados estilos de aprendizaje de los sujetos experimental.	89
Anexo 6. Perfil general de estilos de aprendizaje de los sujetos.....	91
Anexo 7. Supuesto de normalidad.....	91
Anexo 8. Supuesto de homocedasticidad para tipo de institución de educación media del sujeto.....	91
Anexo 9. Supuesto de homocedasticidad para nivel académico de la madre de los sujetos.....	91
Anexo 10. Supuesto de independencia anova competencia Aplicación. .	92
Anexo 11. Genero sujetos experimentales	92
Anexo 12. Tipo de institución de educación media de los sujetos experimentales	93
Anexo 13. Nivel académico de la madre de los sujetos experimentales..	93
Anexo 14. Nivel académico del padre de los sujetos experimentales.....	94

Anexo 16. Promedio de calificaciones por competencias de los sujetos experimentales clase magistral.	95
Anexo 17. Promedio de calificaciones por competencias de los sujetos experimentales clase magistral + juego	95
Anexo 18. Pretest.	96
Anexo 19. Posttest.....	112

RESUMEN

El presente proyecto de investigación se enmarca en el desarrollo de un juego didáctico como metodología complementaria a la clase magistral para la enseñanza de modelación matemática y su influencia en el rendimiento académico de los estudiantes, partiendo de la necesidad de crear herramientas que permitan no solo mejorar su rendimiento académico sino lograr que el estudiante se apropie de la temática y tenga un aprendizaje significativo de la misma. La investigación siguió un cuasi-experimento de carácter correlacional, con un diseño con pre-prueba, pos-prueba y grupo de control, aplicado a estudiantes de primer semestre del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba, a quienes se les aplicaron las respectivas pruebas evaluativas antes y después del experimento. Los resultados arrojaron que el juego didáctico como metodología de enseñanza complementaria a la clase magistral no influye de manera estadísticamente significativa en el rendimiento académico evaluado por competencias para la temática

Particular de la investigación. Lo anterior estuvo dentro del marco del análisis y determinación de la relación existente entre los estilos de aprendizaje y el rendimiento académico e influencia sobre el mismo, así como el nivel académico de la madre y del padre, el género y el tipo de institución de educación media del sujeto.

Palabras claves: Juego didáctico, clase magistral, rendimiento académico, competencias, aprendizaje significativo.

ABSTRAC

This investigation project is part of the development of a didactic game as a complementary methodology to the master class for the teaching of mathematical modeling and its influence on the academic performance of students, based on the need to create tools that allow, not only to improve their academic performance, but to achieve that the student takes ownership of the subject and has a meaningful learning of it. The investigation followed a quasi-experiment of a correlational nature, with a design with pre-test, post-test and control group, applied to first-semester students of the Industrial Engineering program of University of Córdoba, to whom were applied the respective evaluative tests before and after the experiment. The results showed that the didactic game as a complementary teaching methodology to the master class does not influence in a statistically significant way on the academic performance evaluated by competencies for the particular topic of the research. The foregoing was within the framework of the analysis and determination of the relationship between learning styles and academic performance and influence on it, as well as the academic level of the

mother and father, gender and the type of institution of secondary education of the person.

Keywords: Educational game, master class, academic performance, competencies, meaningful learning.

INTRODUCCIÓN

El mundo en que vivimos se caracteriza por sus innumerables cambios, los cuales van de la mano de los avances tecnológicos, por consiguiente, los profesionales deben estar actualizados acerca de todo el conocimiento que traen los mismos y por tanto, los modelos de educación deben enfocarse y alinearse a las necesidades del momento (Sanz, 2003).

Los tradicionales métodos de enseñanza como la clase magistral no suelen ser muy eficiente por sí sola, debido a que, coloca en una posición receptiva y pasiva a los estudiantes, por ello debe ser complementada, cuando sea posible, con otros métodos de enseñanza que permitan evitar la actitud pasiva de los alumnos (Gómez López 2002), por ejemplo, el uso de metodologías activas como los juegos didácticos en los proceso de aprendizaje de educación superior, son una buena opción, ya que son flexibles para que el docente presente a los estudiantes nuevas vías a través de las cuales logren desarrollar habilidades y competencias que al final lo lleven a obtener un aprendizaje significativo, permitiéndole desenvolverse de manera efectiva en el campo laboral.

Teniendo como referencia lo anterior, la presente investigación se fundamenta en el desarrollo de un juego didáctico como metodología de enseñanza complementaria y así mismo determinar su efecto sobre el rendimiento académico evaluado por competencias de estudiantes pertenecientes al programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba. El diseño de investigación desarrollado para alcanzar dicho objetivo es denominado cuasi-experimento, el cual sigue una estructura de pretest, posttest y grupo de control, ya que se realiza una serie de pruebas antes y después de cada tratamiento a los sujetos de experimentación para determinar el efecto que este tiene en los grupos conformados (Marín 2012).

Por otro lado, para el enriquecimiento de la investigación y que al mismo tiempo sea soporte de estudios similares, se analizan aspectos claves como lo son el género, estilos de aprendizaje, nivel académico de la madre, nivel académico del padre y tipo de institución de educación media. Cabe resaltar que, el experimento se llevó a cabo bajo la modalidad virtual, debido a la eventualidad por la pandemia de COVID-19. Lo anterior, nos permitió evaluar los factores y variables en estas nuevas condiciones. Los resultados de esta investigación, son base para la construcción e implementación de nuevas propuestas metodológicas complementarias de enseñanza, que se adapten al contexto educativo actual y que refuercen la enseñanza de la temática relacionada a la modelación matemática, debido a que no se han realizado muchos estudios acerca de la misma.

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Evidentemente a medida que el enriquecimiento tecnológico ofrecido a los estudiantes de hoy en día aumenta, se percibe poco interés por parte de los mismos hacia las ciencias abstractas como las matemáticas y carreras universitarias como las ingenierías, donde cuyo dominio es una de las bases principales en el proceso de formación, ya que a través de la metodología de enseñanza teórica y en muchos casos la práctica, el estudiante no logra comprender como relacionar y transformar ese contenido abstracto en los diferentes campos de aplicación de la vida misma (Pandian 2004).

Debido a esto se vuelve imperativo enfocar la formación de los ingenieros a las necesidades de los diferentes contextos en los que se desenvuelven o podrían llegar a hacerlo (Capote et al. 2016). Por esta razón y con el fin de que los estudiantes se involucren de tal manera que el aprendizaje logre ser significativo para ellos, se proponen las metodologías lúdicas o didácticas, las cuales buscan que los estudiantes desarrollen competencias en el proceso de aprendizaje (Deterding et al. 2011 citado por Ruiz et al. 2018).

Hablando específicamente de la Ingeniería Industrial Marín (2012) menciona que la formación de ingenieros industriales debe proyectarse más allá del paradigma tradicional de enseñanza, de tal manera que el estudiante pueda desarrollar factores claves en su proceso de enseñanza-aprendizaje. Anteriormente en el programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba se han desarrollado investigaciones sobre la influencia de metodologías didácticas en la enseñanza de diferentes temáticas, sin embargo, en temáticas como modelación matemática, específicamente su estructura de construcción, aún no existe un estudio desarrollado; por tanto, en esta investigación se aborda el efecto que puede llegar a tener el uso de dichas metodologías didácticas sobre la temática desarrollada, donde primeramente se analizara el rendimiento académico obtenido por los estudiantes en cada competencia evaluada, seguido de la verificación de la relación existente entre el juego didáctico como metodología complementaria de enseñanza y el rendimiento académico, pasando por la influencia que tienen sobre el mismo factores como el nivel académico de la madre y del padre, el género y el tipo de institución de educación media del sujeto, hasta llegar a la determinación de la relación existente entre estilos de aprendizaje y rendimiento académico

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Tradicionalmente la metodología de enseñanza que se ha venido utilizado en las ingenierías es la clase magistral, en donde el docente utiliza en algunos casos apoyos para la exposición de su discurso, relacionado a determinado tema, con el fin de que a los estudiantes se les facilite la comprensión de la clase, sin embargo, debido a la parametrización de dichas ayudas no logran ser suficientes para que el estudiante desarrolle competencias y habilidades ingenieriles (Marín et al.,2010), más aún cuando la mayoría del contenido de los cursos desarrollados es abstracto, por tanto se necesitan metodologías que ayuden al estudiante a comprender y desarrollar dichas habilidades entorno a dichos contenidos.

Esto lleva a desarrollar una metodología de aprendizaje basada en un juego didáctico, dirigido a los estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba, con el fin de que después de aplicar el juego, el resultado del rendimiento académico de los estudiantes sea mejor. Por lo cual, surge el siguiente interrogante: ¿Qué efecto tiene el juego didáctico como herramienta metodológica complementaria en la enseñanza de modelación matemática, en el rendimiento académico de estudiantes pertenecientes al programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba?

2 OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de esta investigación es determinar el efecto que tiene el juego didáctico como herramienta metodológica complementaria a la clase magistral para la enseñanza de la Modelación Matemática sobre el rendimiento académico evaluado por competencias de estudiantes pertenecientes al programa de ingeniería industrial de la Universidad de Córdoba.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar, documentar e implementar un juego didáctico que permita el desarrollo del pensamiento abstracto en los estudiantes al desarrollar las diferentes etapas de construcción de modelos matemáticos relacionados a problemas de programación lineal.

- Describir y analizar los estilos de aprendizaje de predominancia por los sujetos experimentales.
- Analizar y comparar los resultados de sujetos experimentales en cada competencia evaluada, al aplicar la clase magistral por si sola y al complementarla con el juego.
- Determinar el efecto que tiene el uso de la metodología tradicional clase magistral y la metodología complementaria juego didáctico en el rendimiento académico obtenido por los sujetos.
- Determinar la relación existente entre los estilos de aprendizaje de los sujetos experimentales y el rendimiento académico evaluado por competencias.
- Determinar si el nivel académico de la madre, nivel académico del padre, género y tipo de institución de educación media de los sujetos experimentales tiene un efecto significativo en el rendimiento académico evaluado por competencias.

3 JUSTIFICACIÓN

Los juegos de alguna manera se mantienen involucrados en los diferentes contextos de la vida misma. Durante el desarrollo académico de los estudiantes, los juegos están presentes, ofreciéndoles un escape a todo el estrés escolar a través de la diversión que caracteriza a los mismos, lo cual podría resultar beneficioso tanto para los educandos como para los educadores, ya que dichos juegos se podrían transformar en una herramienta metodológica complementaria, que ayude en el proceso de enseñanza-aprendizaje, sin dejar a un lado la participación de los docentes y su metodología de enseñanza tradicional (Oblinger, 2004).

Muchas veces en los procesos de aprendizaje específicamente el matemático, los docentes omiten aspectos relacionados al entorno de formación de los estudiantes, lo que dificulta que puedan relacionar los conocimientos aprendidos con contextos reales, esto debido a los discursos monótonos y poco prácticos dictados en las clases (Villa, 2015).

Basado en lo anterior se radica la importancia de esta investigación puesto que con ella no solo se genera una propuesta que apoya el uso de juegos educativos, aprovechando su influencia en el desarrollo de diferentes teorías de aprendizaje como lo son la cognitiva y la constructivista, sino

que también sirve como complemento para el desarrollo de las actividades académicas de docentes de programas de Ingeniería Industrial relacionadas con la temática a partir de la cual se crea el juego, y al mismo tiempo invita a los docentes en cuestión a fomentar su formación pedagógica en torno a los juegos como metodologías de aprendizaje complementarias motivando al mismo tiempo a los estudiantes a el desarrollo de un aprendizaje significativo a través de estas.

Por otra parte los docentes podrán evaluar a los estudiantes a través del juego, ya que este contiene problemas prácticos sobre el tema desarrollado, sintiéndose cómodos al ser evaluados, puesto que el juego no permite crear una presión como la que siente frente a las evaluaciones tradicionales, ya que la metodología del juego está diseñada para que el estudiante se sienta cómodo mientras juega y aprende, a través del desarrollando los problemas y al mismo tiempo logre tener un aprendizaje significativo, de tal manera que aun cuando falle seguirá teniendo interés de seguir aprendiendo. En resumen, se quiere introducir un juego didáctico educativo sobre modelación matemática enfocada a problemas de programación lineal, con el fin no solo de lograr a través de esté una mejora en el rendimiento académico de los estudiantes en el área en cuestión, sino también de que sirva como evidencia empírica para la posterior creación de diversos juegos educativos en áreas del conocimiento afines a la carrera de Ingeniería Industrial, que ayuden al desarrollo de habilidades ingenieriles durante el proceso de formación.

Cabe resaltar que las metodologías desarrolladas fueron diseñadas para aplicarse a cualquier modalidad de enseñanza, sin embargo, debido a la emergencia sanitaria que se vive actualmente por COVID-19 se optó por impartir la clase magistral bajo la modalidad virtual, teniendo en cuenta que existen diferentes estudios que argumentan que no hay una diferencia significativa en los puntajes del examen final de los estudiantes que toman clases magistrales virtuales y los que toman las clases tradicionales presenciales, siempre y cuando se establezcan medidas de control y la evaluación se realice en igualdad de condiciones para ambos grupos (Stack, 2015), más aún si se considera que la tradicional clase magistral dictada a través de entornos virtuales conserva la esencia que la caracteriza en donde el docente es el protagonista de la clase y los estudiantes intervienen si utilizan las herramientas tecnológicas adecuadas.

4 ALCANCE Y LIMITACIONES

4.1 ALCANCE

El alcance de este estudio inicia con la propuesta de una metodología de enseñanza complementaria a la clase magistral la cual se basa en el diseño de un juego didáctico para la enseñanza de modelación matemática enfocada a problemas de programación lineal, y su relación con el rendimiento académico; así mismo se evalúa la relación entre los estilos de aprendizaje y el rendimiento académico, el cual es evaluado por tres competencias basadas en la taxonomía de Bloom, dos de nivel inferior y 1 del nivel superior (comprensión, aplicación y análisis) respectivamente, aplicado a estudiantes del programa de ingeniería industrial de la Universidad de Córdoba, finalmente se busca verificar que dicha metodología puede ser de gran influencia en el desarrollo no solo de las clases magistrales sino también en el proceso de aprendizaje del estudiante.

4.2 LIMITACIONES

Las limitaciones de este estudio están demarcadas por la dificultad para la toma de pruebas, ya que en medio de la emergencia sanitaria que estamos viviendo debido al Covid-19, se ha optado por la modalidad virtual para

continuar con las actividades académicas, por lo tanto, no se tiene un contacto directo con estudiantes y algunos pueden mostrarse reacios a contestar los cuestionarios evaluadores del proyecto teniendo en cuenta que estos son enviados por medio de un link al que los estudiantes pueden acceder en cualquier momento, hora y lugar.

.

5 MARCO REFERENCIAL

5.1. MARCO TEORICO

5.1.1. METODOLOGIAS DE ENSEÑANZA

5.1.1.1. METODOLOGIA TRADICIONAL (CLASE MAGISTRAL)

La clase magistral es una metodología de enseñanza que se basa en la exposición de un discurso acerca de un tema determinado dictado por un docente experto en el mismo, en donde los estudiantes suelen ser los receptores de dicha exposición. El docente que dicta la clase magistral puede ser directamente un especialista reconocido en la materia o bien tener conocimientos afines a la misma (Elgueta y Palma, 2014).

Por otro lado, en la clase magistral la presentación de las temáticas va mucho más allá de la exposición meramente de las mismas, trata de mostrar los estudios científicos que se han llevado a cabo a lo largo del tiempo para poder formarlos, esto resulta muy importante para los docentes, específicamente docentes universitarios, ya que ayuda a que el estudiante pueda enfrentar dichas temáticas con un pensamiento crítico y propositivo (Rodríguez, 2011). Además, en el desarrollo de la clase magistral, los docentes presentan los conceptos de tal manera que el estudiante pueda establecer un orden de su

propio conocimiento creado a partir de la exposición de dichos conceptos y las reflexiones que el docente propone acerca del mismo. Esto lo logra a través de la preparación de la clase basada en la estructuración de los contenidos de la materia en cuestión, lo cual le es de gran ayuda debido a la cantidad de estudiantes que pueda llegar a manejar en un aula de clase (Gómez, 2002).

5.1.1.2. METODOLOGIA ACTIVA (JUEGO DIDACTICO)

En los últimos años la educación habla de la importancia que tiene la participación de todos los actores del proceso formativo, lo cual incluye a estudiantes y profesores, por tanto, propone un cambio en la metodología de la clase magistral a lo que consideran maneja un enfoque de aprendizaje pasivo, en donde solo el docente expone la clase, por una metodología con un enfoque de aprendizaje activo el cual se caracteriza precisamente por la integración de dichos actores en el proceso de enseñanza-aprendizaje. (Yajma et al., 2016). Estas metodologías activas permiten que los estudiantes logren identificar a qué tipo de problema se enfrentan, que tipo de estrategia usar para resolverlo y así mismo evaluar su autoaprendizaje (Bruning et al., 1995 citado por Rodríguez, et al., 2012).

Dentro de estas metodologías activas se encuentra el juego didáctico, el cual resulta un buen complemento a la clase magistral tradicional, ya que permiten que el estudiante desarrolle habilidades, destrezas y autoaprendizaje, a través de la creación de entornos educativos, donde la combinación del juego y la enseñanza, hacen flexible el proceso de aprendizaje (Marín, 2012). Esta metodología de juego puede aplicarse a cualquier modalidad educativa. El

diseño del juego educativo se basa en elementos que le permiten al estudiante reflexionar y apropiarse de los conocimientos, logrando así crear una capacidad inventiva y propositiva frente a cualquier área a partir de la cual se establece el juego (Chacón, 2008).

Buyurgan y Kiassat (2017) mencionan que los métodos educativos modernos de enseñanza en ingeniería van más allá de los que tradicionalmente se venían manejando. Es precisamente la metodología de juego didáctico un excelente complemento a la metodología tradicional, brindándole al estudiante la oportunidad de crear una visión actualizada del mundo real y por consiguiente un vasto desarrollo profesional. Hablando específicamente de la carrera de ingeniería industrial, se ha utilizado esta metodología para la enseñanza de diferentes áreas como producción y logística, lo que ayuda al estudiante a razonar las propuestas que podría llegar a hacer entorno a las mismas (Despeisse, 2018).

Cabe resaltar que a lo largo del tiempo han apareciendo diferentes variables que pueden influir puntualmente en el desarrollo, uso y resultados de dichas metodologías, sin embargo, no dejan ser una opción viable como estrategia de enseñanza complementaria, ya que se caracteriza por la integración de elementos que permite que el estudiante relacione los conceptos con problemas reales y de esta manera logre un aprendizaje significativo (Marín, 2012).

5.1.2. CONSTRUCTIVISMO

La teoría de aprendizaje constructivista se basa en como el estudiante construye de forma activa su conocimiento permitiéndole ser consciente de su propio aprendizaje el cual adquiere a través de apoyos educativos como libros, manuales entre otros, así mismo logra crear su propia postura acerca de dicho conocimiento, bajo la orientación, por lo general del docente encargado. Los conocimientos se sustentan en las experiencias vividas por el estudiante y por supuesto los elementos que las conforman, como por ejemplo creencias, filosofía, hechos entre otros, lo que finalmente lo llevara a crear una propia concepción del mismo (Sánchez et al., 2005)

Por otra parte, las metodologías de enseñanza con enfoque constructivista tienen como objetivo principal que el estudiante logre adquirir un aprendizaje significativo, teniendo como una de las principales características el uso de juegos didácticos con el fin de que los estudiantes tenga una participación relevante en su proceso de aprendizaje.

Figuerola et al. (2017), Concluyen que la teoría constructivista propone una serie de actividades educativas que influyen de manera significativa en el estudiante, ya que éstas integran su desarrollo intelectual y humanístico, logrando a través de sus propias experiencias, una nueva visión de los conocimientos que puede llegar a recibir, de tal manera que le sirvan en el desarrollo de sus acciones diarias creando una estructuración de los mismos.

5.1.3. COGNITIVISMO

El cognitivismo se basa en la construcción de los conceptos del proceso de aprendizaje. El aprendizaje se enfoca en cómo y con qué el estudiante adquiere y sabe el conocimiento (Jonassen, 1991b citado por Ertmer y Newby, 1993). Dicha adquisición se explica como una acción mental que requiere una organización interna, por parte del estudiante, este último se considera como una parte activa en el proceso de aprendizaje (Ertmer y Newby, 1993). Dicha organización debe darse de tal forma que los estudiantes logren relacionar sus conocimientos previos con los nuevos (Moreno et al., 2017). En su investigación Marín (2012) menciona importantes corrientes cognitivistas como:

Teoría del aprendizaje significativo: esta teoría plantea que la base del aprendizaje es la conexión de los nuevos conocimientos con los previamente adquiridos.

Teoría genética de Piaget: esta teoría es mencionada como no propiamente una teoría sobre el aprendizaje, sin embargo, ha intervenido mucho en los modelos cognitivistas, basándose en que estos participan en el proceso evolutivo del niño y le establece al estudiante un rol activo en la creación del conocimiento.

5.1.4 TAXONOMIA DE BLOOM

La taxonomía de Bloom consiste en la investigación de los objetivos de aprendizaje (Ibarra 2016), con el fin de que el estudiante desarrolle conocimientos luego de haber realizado su proceso de aprendizaje, este

estudio fue desarrollado por el Doctor en Educación de la Universidad de Chicago (USA) Benjamín S. Bloom (Aliaga 2011). Marín (2012) habla de que la taxonomía de Bloom se puede considerar como una forma de evaluación adecuada del nivel cognitivo que un estudiante puede obtener en determinada área, materia o tema determinado. Además, mencionada los 6 niveles en los que se clasifica dicha taxonomía, haciendo la apreciación de que si un estudiante domina un nivel superior también domina los inferiores.

Niveles		Descripción
Inferiores	1. Conocimiento	El alumno reconoce o recuerda información sin ser necesaria su comprensión.
	2. Comprensión	El alumno entiende el significado de la información recibida.
	3. Aplicación	El alumno es capaz de seleccionar y usar métodos para resolver un problema.
Superiores	4. Análisis	El alumno es capaz de distinguir y relacionar hipótesis y evidencias de la información dada, así como descomponer un problema en sus partes.
	5. Síntesis	El alumno es capaz de generalizar ideas para resolver algún problema nuevo para él.
	6. Evaluación	El alumno puede evaluar diferentes métodos para resolver un problema.

Figura 1. Niveles de la taxonomía de Bloom.

Tomado de (Marín 2012)

Bloom plantea tres dominios a partir de los cuales se pueden asentar los objetivos educativos (Ibarra 2016):

Dominio cognitivo: trata de como el estudiante puede llegar a obtener y utilizar aprendizaje significativo, dentro de este dominio se encuentran categorías como: conocimiento, comprensión, análisis, síntesis, evaluación.

Dominio afectivo: se basa en las aptitudes y sensaciones que el estudiante puede llegar a desarrollar durante el proceso de aprendizaje, dentro de este dominio se encuentran categorías como: recibir, responder, valorar, organizar y caracterización según valores.

Dominio Psicomotor: hace referencia a las actividades motoras. De este dominio no se hace mucho hincapié en las investigaciones de bloom.

5.1.4.1. TAXONOMÍA REVISADA DE BLOOM

Anderson, L. y Krathwohl, D. (2001) citados por (Marín 2012), son los autores de este estudio, quienes a su vez fueron discípulos de bloom, se basaron en su estudio original y plantearon uno nuevo denominado “Taxonomía revisada de bloom”. De manera similar a la teoría original, esta teoría revisada también plantea una jerarquización basándose en la complejidad en la que se diferencian las 6 categorías del proceso cognitivo; sin embargo, la taxonomía revisada enfatiza más la participación del docente, por tanto, se refiere a una jerarquía más flexible que permita que las categorías no se superpongan entre ellas mismas (Krathwohl 2010). De esta manera reforman el orden en que se presentan las categorías.

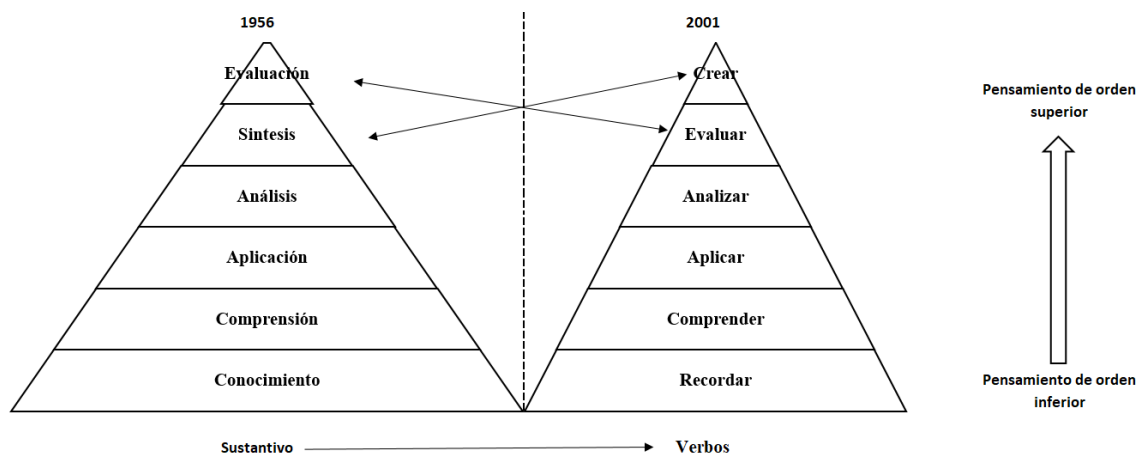


Figura 2. Categorías de la taxonomía original de Bloom vs Categorías taxonomía revisada de Bloom por Anderson & Krathwohl.

Adaptado de (Leslie 2019)

5.1.4.2. TAXONOMÍA DE LA ERA DIGITAL DE BLOOM

El doctor Andrew Churches tomo la taxonomía revisada de bloom y la actualizo, con el fin de alinearla a los nuevos contextos basados en la ola digital, por tanto, añadió a las categorías verbos y mecanismos de la era digital, de tal manera que se pueda procurar el desarrollo de habilidades en dichas categorías como lo son: Recordar, Comprender, Aplicar, Analizar, Evaluar y Crear (EDUTEKA 2002 citado por Marín 2012).

Tabla 1. Verbos de la Taxonomía digital de bloom asociados a las categorías de la Taxonomía revisada de Bloom.

Recordar	Comprender	Aplicar	Analizar	Evaluar	Crear
Utilizar	Hacer	Correr	Recombinar	Comentar	Programar
Resaltar	“Twittering”	Cargar	Enlazar	Revisar	Filmar
Marcar	(usar Twitter)	Jugar	Validar	Publicar	Animar
Buscar	Categorizar	Operar	Hacer	Moderar	Bloguear
Participar	Etiquetar	“Hackear”	“Cracking”	Colaborar	Mezclar
	Comentar	(hacking)	Recopilar	Participar	Remezclar
	Anotar	Compartir		Reelaborar	Participar
	Suscribir	Editar		Probar	Publicar
					“Podcasting”
					Dirigir
					Transmitir

Adaptado de (López 2020)

5.1.4.3. TAXONIMIA DE BLOOM ASOCIADA AL MODELO SAMR

Este modelo fue desarrollado por el docente Rubén Puentedura y asociado a la taxonomía de bloom por Kathy Schrock. Se basa en hacerle flexible a

los docentes el proceso de integración de las herramientas TIC en los procesos educativos de manera que el estudiante alcance un aprendizaje significativo, esto a través de enfoques en los cuales se basa el uso de las TIC en el aula como: Sustitución, Ampliación, Modificación y Redefinición (SAMR). Por tanto, dicha asociación se precede en el hecho de que el modelo SAMR funciona como orientación de las actividades de aprendizaje a partir de dichos enfoques y la taxonomía de bloom funciona como orientación a los docentes en la creación de actividades de aprendizaje encaminadas al desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior (López 2020).

BLOOM	MODELO SAMR (Rubén Puentedura)	TRANSFORMACIÓN
CREAR EVALUAR	Redefinición Las TIC permiten la creación de nuevas actividades de aprendizaje, antes inconcebibles	
EVALUAR ANALIZAR	Modificación Las TIC permiten un rediseño significativo de las actividades de aprendizaje	
APLICAR	Ampliación Las TIC actúan como una herramienta sustituta directa, pero con mejora funcional	MEJORA
APLICAR COMPRENDER	Sustitución Las TIC actúan como una herramienta sustituta directa, sin cambio funcional	
RECORDAR		

Figura 3. Diagrama SAMR inspirado en los trabajos de Rubén Puentedura, Andrew Churches y Kathy Schrock.

Tomado de (López 2020)

5.1.5. ESTILOS DE APRENDIZAJE.

Muchos autores en los últimos años a través de sus investigaciones, concuerdan en el hecho de que los estilos de aprendizaje están muy relacionados al modo en como los individuos logran el aprendizaje, el procesamiento del mismo, la interpretación e influencia de su entorno y los métodos de orientación utilizados por los docentes (Marín 2012).

En este sentido (Silva 2018) menciona que (Reinert 1976) define los estilos de aprendizaje como la programación que tiene cada persona para ser capaz de procesar y utilizar la nueva información. Del mismo modo, keefe (1982 citado por Estrada 2018) propone tres características que definen los estilos de aprendizaje: cognitivas, afectivas y fisiológicas, las cuales funcionan como referentes fijos a la forma en como los estudiantes entienden y se desenvuelven en su entorno de aprendizaje. Así mismo, autores como Kolb (1984 citado por Silva 2018 p.37) “entiende los estilos de aprendizaje como diferencias generalizadas en la orientación hacia el aprendizaje, basadas en el grado relativo de énfasis puesto por los estudiantes sobre el proceso de aprendizaje”.

5.1.5.1. ESTILOS DE APRENDIZAJE Y RENDIMIENTO ACADÉMICO.

De Natale (1990 citado por Alonso et al. 1994 p.61) menciona que “aprendizaje y rendimiento implican la transformación de un estado determinado en un estado nuevo, que se alcanza con la integración en una unidad diferente con elementos cognitivos y de estructuras no ligadas

inicialmente entre sí”. En este sentido Alonso et al. (1994) considera que existe una relación evidente entre el rendimiento académico y los procesos de aprendizaje, donde dicho rendimiento se encuentra dentro de un escenario compuesto por elementos y aspectos dentro de los cuales menciona los técnico-didácticos.

5.1.5.2. MODELOS DE ESTILO DE APRENDIZAJE.

Después de revisar varias investigaciones (Acevedo 2020) determino que existen muchos modelos que definen diferentes estilos de aprendizaje, sin embargo, considera los siguientes tres modelos como los más referentes: modelo de Honey y Mumford, modelo de Kolb y modelo de Felder y Silverman

- MODELO DE HONEY Y MUMFORD

Los autores proponen este modelo a partir del análisis de la comparación entre individuos que desarrollan su aprendizaje bajo condiciones iguales y sin embargo unos lo logran y otros no. Lo anterior se origina en como los individuos reaccionan de forma diferente a la manera en como cada uno se aventura a aprender a partir de sus necesidades. A partir de esto se construye una definición de los estilos de aprendizaje la cual apunta a que los individuos desarrollan reacciones y acciones diferentes frente a todo nuevo aprendizaje (Acevedo 2020).

Honey y Mumford asumen gran parte de la teoría de Kolb (1984), insistiendo en el proceso circular del aprendizaje en cuatro etapas y destacan el valor del aprendizaje por la experiencia, aquí es

importante recordar que cuando Kolb habla de experiencia se refiere a toda la actividad que permiten aprender. Sin embargo, estos autores no están totalmente de acuerdo con el instrumento desarrollado por Kolb, el L.S.I (Learning Style Inventory), ni sus descripciones de los estilos de aprendizaje por lo que Honey y Mumford propusieron una herramienta más completa y que facilite orientación para la mejora del aprendizaje (Alonso et al. 1994 p. 69).

Los estilos de aprendizaje propuestos por estos autores se dividen en cuatro: Activo, reflexivo, teórico y pragmático.

Tabla 2. Modelo de estilo de aprendizaje de Honey y Mumford.

Estilos de aprendizaje	Descripción	Características según Alonso, Gallego y Honey
Activo	Las personas que tienen predominancia en este estilo activo se implican plenamente y sin perjuicios en nuevas experiencias. Son de mente abierta, entusiastas a las tareas nuevas. Se creen ante los desafíos que suponen nuevas experiencias y se aburren con los largos de plazo.	Animador Improvisador Descubridor Arriesgado Espontáneo
Reflexivo	A los reflexivos les gusta considerar las experiencias y observarlas desde diferentes perspectivas. Reúnen datos, analizándolos con detenimiento antes de llegar a alguna conclusión. Son prudentes, disfrutan observando y escuchando la actuación de los demás.	Ponderado Concienzudo Receptivo Analítico Exhaustivo
Teórico	Los teóricos adaptan e integran las observaciones dentro de teorías lógicas y complejas. Enfocan los problemas por etapas lógicas. Tienden a ser perfeccionistas, integran los hechos en teorías coherentes. Les gusta analizar y sintetizar. Buscan la racionalidad y la objetividad.	Metódico Lógico Objetivo Crítico Estructurado
Pragmático	El punto fuerte de las personas con predominancia en este estilo pragmático es la aplicación práctica de las ideas. Les gusta actuar rápidamente y con seguridad con las ideas y los proyectos que les atraen.	Experimentado Práctico Directo Eficaz Realista

Adaptado de (Acevedo 2020)

- **MODELO DE KOLB**

(Kolb y Kolb 2005) describen los estilos de aprendizaje como el producto de la manera en como cada individuo primero sufren un proceso de percepción y después procesa lo percibido. Kolb describe cuatro etapas del

ciclo de aprendizaje de las cuales, dos las describió como opuesto de la percepción: Conceptualización abstracta (CA) y Experiencia concreta (EC) y las otras dos como extremos del proceso de percepción: Experiencia activa (EA) y Observación reflexiva (OR) (Lozano 2008 citado por Silva 2018). Las dos primeras CA y EC tratan de las preferencias que tenemos los individuos al momento de entender el mundo real, y las ultimas hacen referencia a las preferencias que tenemos los individuos para procesar la nueva información (Marín 2012).

Así mismo dichas etapas se asocian a cuatro estilos de aprendizaje los cuales se denomina como: convergente, divergente, asimilador y acomodador.

Tabla 3. Modelo de estilo de aprendizaje de Kolb

Estilo de aprendizaje	Etapas asociadas	Características
Convergente	CA Y EA	Trabajo a partir de tareas estructuradas. Aprendizaje por ensayo y error.
Divergente	EC Y OR	Uso de cuestionario en el “¿por qué? Relaciona el material didáctico y sus expectativas.
Asimilador	CA Y OR	Basado en la organización y la lógica, responden “¿el qué?”.
Acomodador	EC Y EA	Uso de materiales didácticos ante situaciones nuevas y resolución de problemas reales.

Adaptado de (Silva 2018).

- MODELO DE FELDER Y SILVERMAN

Felder y Silverman (1988 citado por Silva 2018 p.57) “definen los estilos de aprendizaje como las preferencias que tiene el individuo para recibir y procesar la información”.

“Este modelo establece cuatro categorías bipolares de Activos–Reflexivos, Sensitivos–Intuitivos, Visuales–Verbales y Secuenciales–Globales, sus aportes involucran, precisamente, los rasgos cognitivos, afectivos, fisiológicos y de personalidad” (Marín 2012 p.35).

Los aprendices activos: • Tienden a retener y entender información, haciendo algo activo con ello – discutiendo o aplicándolo o explicándoselo a otros. • Utilizarían la frase “Tratemos de hacerlo y veamos como resulta”. • Gustan más de trabajos grupales	Los aprendices reflexivos: • Prefieren pensar las cosas primero. • Responderían normalmente “Pensemos primero cómo lo vamos a hacer”. • Prefieren trabajar solos.
Los aprendices sensitivos: • Tienden a preferir aprender hechos. • Prefieren resolver problemas por medio de criterios ya establecidos y les agradan las complicaciones o sorpresas • Son pacientes con los detalles, buenos memorizando hechos y haciendo trabajos manuales (en laboratorios). • Son más prácticos y cuidadosos que los intuitivos. • No les llama la atención cursos que no tengan conexión con el mundo real.	Los aprendices intuitivos: • Prefieren descubrir posibilidades y relaciones. • Pueden ser mejores comprendiendo nuevos conceptos y son casi siempre mejores que los sensitivos con problemas matemáticos. • Tienden a trabajar más rápido y a ser más creativos que los sensitivos. • No les agradan cursos que involucren bastante memorización y cálculos.
Los aprendices visuales: • Recuerdan mejor lo que ven – fotos, diagramas, diagramas de flujo, líneas de tiempo, películas y demostraciones.	Los aprendices verbales: • Recuerdan más a través de palabras – explicaciones escritas u orales.
Los aprendices secuenciales: • Tienden a entender en pasos lineales, con cada paso seguido lógicamente por otro. • Encuentran las soluciones paso a paso	Los aprendices globales: • Tienden a entender a grandes rasgos, interiorizando el material casualmente sin ver las conexiones y de repente lo entienden todo. • Son capaces de resolver problemas complejos rápidamente o de juntar las partes una vez han comprendido lo general; pero, pueden tener dificultades, explicando cómo lo logran

Figura 4. Tipología de aprendices.

Tomado de (Huertas y Garcés 2012)

5.1.5.3. HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN

Por otra parte, es importante identificar los estilos de aprendizaje de los estudiantes, con el fin de que los métodos de enseñanza se desarrollen de tal forma que funcionen para todos los involucrados. Para esto existen diferentes instrumentos desarrollados a partir de los diferentes modelos de aprendizajes.

- INSTRUMENTO CHAEA

Instrumento desarrollado por Honey-Alonso, el cual consta de 80 preguntas cortas, las cuales se dividen en 20 para cada estilo de aprendizaje: activo, reflexivo, teórico y pragmático. Las preguntas son contestadas a partir de dos criterios: de acuerdo o en desacuerdo, donde el individuo contesta con signo “+” si está de acuerdo y con signo “-” si está en desacuerdo (Marín 2012).

Este cuestionario ha sido utilizado en muchas investigaciones dedicadas a la identificación de los estilos del aprendizaje en los estudiantes (Gustavo y Guerrero 2010; Marín 2012; Muñetón et al. 2013; Gómez et al. 2017; Ordoñez et al. 2017; Estrada 2018; Diago et al. 2018). “Se ha empleado en diversas investigaciones en Universidades de diferentes países de América Latina (Argentina, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, México, Nicaragua, Perú y Venezuela) y en Universidades de España” (Acevedo 2020 p.62). Basados en lo anterior en esta investigación haremos uso de este instrumento para la identificación de los estilos de aprendizaje de los sujetos experimentales.

(Marín 2012) menciona que Alonso et. al (1994 citado por (Gutiérrez et al. 2011) explican que el criterio inicial para interpretar los resultados obtenidos en el CHAEA, es la relatividad de las puntuaciones obtenidas en cada Estilo y señalan que no tiene igual significado obtener una misma puntuación en un estilo que en otro. Asimismo, estructuraron el siguiente esquema de interpretación llamado baremo, basado en la experiencia de los test de inteligencia para facilitar el significado de cada una de las puntuaciones, siguiendo unas sugerencias en términos de preferencias.

<i>Preferencia</i>	10%	20%	40%	20%	10%
<i>Estilo de Aprendizaje</i>	Muy Baja	Baja	Moderada	Alta	Muy Alta
Activo	0-6	7-8	9-12	13-14	15-20
Reflexivo	0-10	11-13	14-17	18-19	20
Teórico	0-6	7-9	10-13	14-15	16-20
Pragmático	0-8	9-10	11-13	14-15	16-20

Figura 5. Baramo de interpretación CHAEA

Tomado de (Marín 2012)

- INSTRUMENTO INDEX OF LEARNING STYLES (ILS).

Este instrumento fue desarrollado por Felder-Solomon, está constituido por 44 preguntas, cada pregunta costa de dos opciones de respuesta, clasificando a los estudiantes en cuatro de las cinco dimensiones del modelo sobre estilos de aprendizaje de Felder-Silverman, la quinta dimensión que queda por fuera hace referencia a lo inductivo/deductivo (Felder 1996 citado por Marín 2012).

- **INSTRUMENTO LEARNING STYLE INVENTORY (LSI).**

Este instrumento fue desarrollado por Kolb (1976 1985 1999 citado por García et al. 2009), consiste en un cuestionario constituido por doce series de palabras, las cuales corresponden a cada uno de los estilos de aprendizaje descritos en su modelo; las palabras deben ser ordenadas según prefiera el estudiante, sin embargo, en 1985 modifica el cuestionario agregándole 6 ítems, los cuales hacen que los resultados sean más confiables. En 1999 realiza nuevas modificaciones las cuales comprenden una mejora en la puntuación libreta de apuntes para las mismas y seguimiento de su ciclo de aprendizaje a través de guías de colores.

5.1.6. MODELACIÓN MATEMÁTICA

La modelación matemática se puede definir como la transformación de situaciones reales en modelos matemáticos, los cuales representan y funcionan como referentes para la toma de decisiones de determinadas situaciones o problemas (Londoño y Muñoz 2011), así mismo Blum et al (2007 citado por Londoño y Muñoz 2011 p.49), menciona:

La modelación matemática es un proceso que conduce de una situación problema a un modelo matemático. Sin embargo, también se ha vuelto común usar esta noción para el proceso completo consistente en la estructuración, matematización, trabajando matemáticamente e interpretando/validando (varias veces alrededor del ciclo) según lo descrito.

Por otro lado, Blomhøj (2004 citado por Londoño y Muñoz 2011) define la modelación matemática como una práctica relevante para cualquier nivel de enseñanza ya que se enfoca en centrar la enseñanza-aprendizaje en la relación entre el mundo real y las matemáticas.

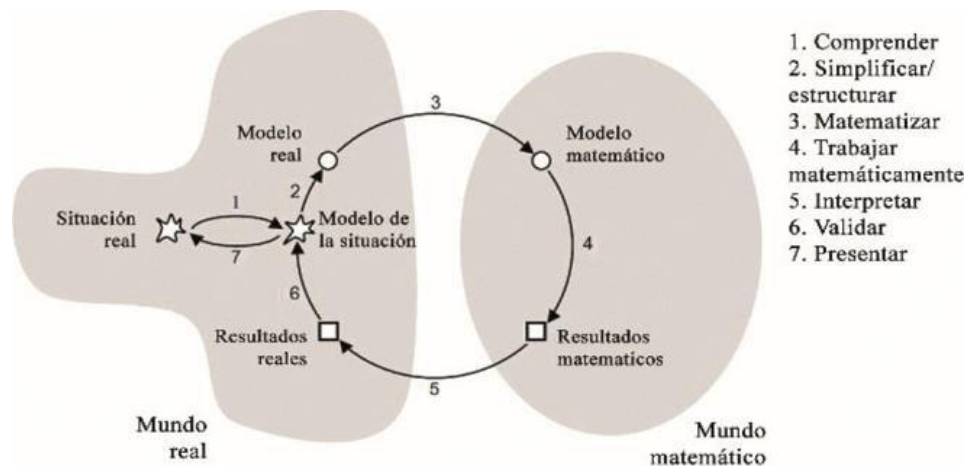


Figura 6. Ciclo de modelado

Tomado de (Blum y Borromeo 2009)

5.1.6.1. PROGRAMACIÓN LINEAL

Taha (2012 p.45) “La técnica de IO más importante es la programación lineal. Está diseñada para modelos con funciones objetivo y restricciones lineales”. González y García (2015 p. 18) “La programación lineal es una técnica matemática cuyo objetivo es la determinación de soluciones óptimas a los problemas económicos en los que intervienen recursos limitados entre actividades competitivas”. Esta técnica utiliza modelos matemáticos para a través de ellos diseñar una descripción de un problema determinado Hillier y Lieberman (2010 citado por Ochoa 2014).

5.1.6.2. ESTRUCTURA DEL PROCESO DE FORMULACIÓN DE MODELOS MATEMATICOS DE PROGRAMACIÓN LINEAL.

Para la formulación de modelos matemáticos según (González y García 2015 p.19) se deben tener en cuenta los siguientes pasos:

Comprensión del problema: Consiste en leer detenidamente el problema en cuestión e identificar claramente su objetivo.

Definición de las variables de decisión: Consiste en representar simbólicamente las decisiones que se van a tomar usando el modelo de programación lineal.

Formulación de la función objetivo: Este paso consiste en definir el objetivo o meta que se desea alcanzar. Esta función muestra la relación existente entre la producción y la utilidad que se pretende alcanzar, o el costo para llevar a cabo dicha producción o cualquier otro objetivo perseguido.

Planteamiento de restricciones: Debido a que existen recursos limitados entre actividades competitivas, es necesario formular restricciones que permiten ver claramente las condiciones con que se debe contar para resolver el problema.

Formulación de las condiciones de no negatividad: Consiste en restringir todas las variables a que sean mayores o iguales a cero.

Por otro lado (Pinzón 2004 p.23) propone que para la formulación de un modelo primeramente deben describirse las características del problema con palabras:

- Exprese cada restricción en palabras; al hacer esto, ponga cuidadosa atención en si la restricción es un requerimiento de la forma $>$ (mayor o igual que, al menos, por lo menos, como mínimo), una limitación de la forma $<$ (menor o igual que, no mayor que, como máximo), o $=$ (igual a, exactamente igual a).
- Después expresar el objetivo en palabras.
- Identificar verbalmente las variables de decisión: [...]. Es imperativo e importante que estén definidas en forma correcta sus variables de decisión. En ocasiones encontrará que hay varias elecciones posibles. Una guía útil es hacerse a sí mismo la pregunta: ¿Qué decisión debe tomarse para optimizar la función objetivo? La respuesta a esta pregunta le ayudará a llegar a identificar correctamente las variables de decisión.

5.1.6.3. TIPOS DE MODELOS MATEMATICOS EN PROGRAMACIÓN LINEAL.

- MODELO DE TRANSPORTE

Este modelo tiene como objetivo minimizar el costo de transportar un producto del origen m al destino n , los cuales se representan con un nodo, conectados por rutas las cuales se representan con flechas. En los orígenes se encuentran la cantidad de ofertas y en los destinos la cantidad de demandas (Taha 2012).

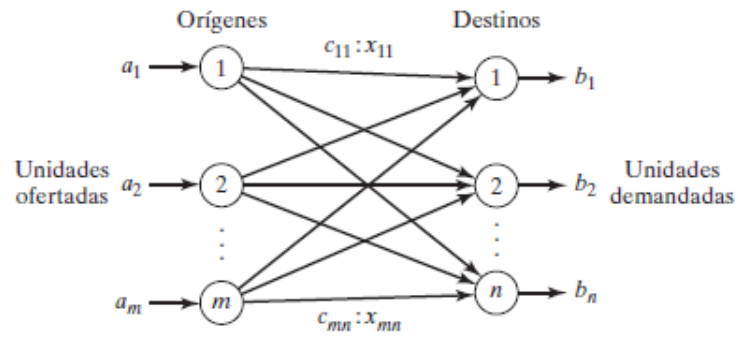


Figura 7. Representación del modelo de transporte con nodos y flechas.

Tomado de Taha (2012)

- MODELO DE ASIGNACIÓN

El objetivo de este modelo es asignar n trabajadores a n trabajos al menor costo posible, esto a partir de la relación entre las habilidades del trabajador con los trabajos, ya que se cree que las habilidades influyen en el costo de concluir un trabajo, teniendo en cuenta que se parte del hecho de suponer que la cantidad de trabajadores y trabajos son iguales, ya que estos se pueden agregar de manera ficticia para cumplir con dicha suposición (Taha 2012).

		Trabajos				
		1	2	...	n	
Trabajador	1	c_{11}	c_{12}	...	c_{1n}	1
	2	c_{21}	c_{22}	...	c_{2n}	1
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
	N	c_{n1}	c_{n2}	...	c_{nn}	1
		1	1	...	1	

Figura 8. Modelo de asignación

Tomado de Taha (2012)

- MODELO DE MEZCLA

Este modelo tiene como objetivo encontrar mezcla óptima de ciertos componentes con el fin de que el resultado final cumpla con los requerimientos dados en cada problema. Estos tipos de modelos se diferencian de los demás ya que requieren de más variables y restricciones, sin embargo, tienen la misma estructura de formulación (Dagand y Rodríguez 2013)

$$\begin{aligned} \text{Max } Z &= \sum_{j=1}^m (Pv_j - C_i) X_{ij} \\ \text{S.A:} \\ \sum_{j=1}^m X_{ij} &\leq O_i \quad \forall i; i = 1, 2, 3 \dots n \\ \sum_{i=1}^n X_{ij} &\geq D_j \quad \forall j; j = 1, 2, 3 \dots m \\ a_{ij} X_{ij} &\leq E_{ij} \left(\sum_{j=1}^m X_{ij} \right) \quad \forall i; i = 1, 2, 3 \dots n \\ X_{ij} &\geq 0 \end{aligned}$$

Figura 9. Modelo de mezcla.

Tomado de (Universidad Militar Nueva Granada n.d.)

- MODELO DE CORTE

El objetivo de este modelo es determinar el tamaño de cierta pieza utilizada en algún proceso productivo, con el fin de generar la menor cantidad de desperdicio, teniendo en cuenta los requerimientos de cada problema (López 2018).

VARIABLES DE DECISION j = Patrones i = Longitud de corte X_j = Número de varillas a cortarse a partir de un patrón j ($j = 1, 2, \dots, n$) FUNCION OBJETIVO $\text{Min } Z = X_1 + X_2 + X_3 + \dots, X_n$ RESTRICCIONES $C_{11} * X_1 + C_{12} * X_2 + C_{13} * X_3 + \dots + C_{1n} * X_n \geq De_1$ $C_{21} * X_1 + C_{22} * X_2 + C_{23} * X_3 + \dots + C_{2n} * X_n \geq De_2$ $\vdots$ $C_{m1} * X_1 + C_{m2} * X_2 + C_{m3} * X_3 + \dots + C_{mn} * X_n \geq De_m$ $X_1 + X_2 + X_3, \dots, X_n \geq 0, X_n \in Z^+$ Donde: C_{ij} = Frecuencia o cantidad de cortes de una pieza de longitud i ($i = 1, 2, \dots, m$) dentro de una barra o esquema de corte según el patrón j ($j = 1, 2, \dots, n$). De_i = Demanda de piezas solicitadas según una longitud de corte i ($i = 1, 2, \dots, m$).
--

Figura 10. Modelo de corte (ejemplo)

Adaptado de (Ochoa 2014)

5.2. MARCO CONCEPTUAL

5.2.1. RENDIMIENTO ACADEMICO

El rendimiento académico se concibe como una red entrelazada de articulaciones cognitivas originadas por cada persona de tal manera que logra simplificar factores de medición y predicción como cantidad y calidad, relacionados con la práctica educativa, lo que permite considerarlo como un conjunto activo de propiedades a través de la cuales se puede definir los resultados de determinado proceso de enseñanza-aprendizaje en el que el estudiante en virtud de lo anterior desarrolla habilidades conocimientos a través de adopción de valores cuantitativos y cualitativos. (Navarro 2003).

5.2.2. APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO

Ausubel (1976 2002 citado por Rodríguez 2011 p.32) “caracterizó el aprendizaje significativo como el proceso según el cual se relaciona un nuevo conocimiento o una nueva información con la estructura cognitiva de la persona que aprende de forma no arbitraria y sustantiva o no literal”. Cuando se refiere a una forma no arbitraria se refiere a que ocurre una interacción cuando existe previamente un conocimiento o información específicamente relevante en la estructura del aprendizaje (Moreira 2012).

5.2.3. PENSAMIENTO ABSTRACTO

El pensamiento abstracto es considerado como el medio por medio del cual la persona desarrolla el conocimiento teórico a través de los diferentes procesos de construcción de conceptos, formando un reflejo cercano y general de la realidad. Este pensamiento tiene la capacidad de procesar varios hechos al mismo tiempo, esto permite distinguir y determinar respuestas prioritarias independientemente de que tanta conveniencia tiene la misma (Jaramillo y Puga 2016).

5.2.4. COMPETENCIA EDUCATIVA.

La definición de competencia educativa se asocia a la idea de aprendizaje significativo, donde la idea de competencia tiene varios significados, es como mediante los conocimientos habilidades y actitudes se expresa o manifiesta la capacidad para poner llevar a cabo una actividad o tarea de una manera inteligente en diferentes contextos (Aguerrondo 2009).

5.2.5. ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

La enseñanza-aprendizaje es un proceso a través del cual se transmiten los conocimientos sobre una determinada temática y sus respectivas dimensiones incidentes en el rendimiento académico a partir de elementos que definen su comportamiento (EcuRed contributors 2019).

5.2.6. JUEGO

El juego es una actividad que ha estado presente en la vida de todo ser humano a lo largo del tiempo, el cual nos permite comunicarnos con la realidad que nos rodea, de esta manera nos ayuda a prepararnos para el mundo a través del ensayo de papeles que en algún momento desarrollaremos en la sociedad (Paredes 2002).

5.2.7. DIDACTICA

La didáctica es una disciplina cuyo objetivo de estudio se enmarca en la construcción del proceso de enseñanza aprendizaje, ya que constituye principios de enseñanza que se puede implementar en cualquier materia teniendo en cuenta su relación con los procesos educativos (EcuRed 2019).

5.3. ESTADO DEL ARTE

Luego de revisar la teoría relacionada con la temática desarrollada en esta investigación, se puede decir que existe gran variedad de información, teorías, investigaciones y autores relacionados a las variables y factores del presente estudio: Rendimiento Académico, Competencias educativas, Metodologías de enseñanza y Estilos de aprendizaje respectivamente.

En virtud de lo anterior, se encontraron diferentes investigaciones enfocadas en la relación y efecto de variables y factores similares. En el caso de las metodologías de enseñanza, se cuestiona la eficiencia y la eficacia absoluta de la clase magistral, de tal manera que se comparan con otras metodologías de enseñanza alternativas que logren el desarrollo de un aprendizaje más efectivo (Martínez et al. 2007; Ferro et al. 2009). En este sentido, se han encontrado estudios que muestran efectivo el uso el ABP (aprendizaje basado en problemas) como metodología de enseñanza, la cual se basa en aprender en grupo a través de la resolución de un problema teniendo en cuenta la supervisión del tutor (Fernández 2006; Hernández y Lacuesta 2007). Por otro lado, se encuentra la metodología ASARP (Aprendizaje Significativo a través de la Resolución de Problemas) cuya aplicación también resulta beneficiosa para los procesos de aprendizaje de los estudiantes, enfocada en la interpretación y no en la memorización de la resolución de problemas en el aula, fomentando el aprendizaje significativo a través de atributos que facilitan la relación de los conocimientos previos que tiene los estudiantes y lo que deberían aprender (Sánchez et al. 2009). También se encuentra el aprendizaje colaborativo como metodología de enseñanza cuyo uso arrojó resultados positivos (Acosta et al. 2019); al igual que el aprendizaje basado en proyectos quien resulto satisfactorio como metodología en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Herrera Ramírez 2013).

En relación a lo anterior, el juego didáctico se ha implementado como una metodología de enseñanza efectiva y complementaria a la clase magistral tradicional para el proceso de enseñanza aprendizaje. Hablando más en contexto de las ingenierías, específicamente en la ingeniería industrial, estudios como los de (Marín, Montes, Hernández et al. 2010; Montes et al. 2010; Marín 2012; González 2016) muestran el desarrollo un juego didáctico complementario para la enseñanza de temáticas como: SLP (Systematic Layout Planning), Diagrama de flujo de proceso y métodos de producción tradicionales vs métodos de producción TOC, respectivamente, y su relación con el rendimiento académico, al igual que Gonzales con el uso de juegos didácticos para la enseñanza de matemáticas en ingeniería; llegando a la conclusión de que con uso de dichos juegos se obtienen resultados positivos, ya que permiten que el estudiante desarrolle habilidades ingenieriles como el pensamiento crítico y la innovación, las cuales son fundamentales para su futuro desempeño en el mundo real, sin embargo menciona que la efectividad del juego puede depender de diferentes factores propios de cada estudiante como: factores socioeconómicos, cognitivos, entre otros. En este mismo sentido (López y Mejía 2014) desarrollaron un estudio basado en un juego didáctico como metodología complementaria para la enseñanza de la asignatura ingeniería de métodos, concluyendo que esta metodología funciona siempre y cuando se asegure que su planeación, desarrollo y evaluación son a partir de los procesos de enseñanza del determinado pensum académico. Sin embargo, cada vez más pueden aparecer diferentes factores o variables que afecten

la efectividad de dicha metodología por lo que esto no ha permitido establecer evidencia empírica que respalde los resultados positivos que se obtiene con la aplicación de la misma (Marín 2012).

Por otro lado, con respecto al rendimiento académico, se menciona que uno de los factores más influyentes en el bajo rendimiento académico, es la poca implementación de estrategias lúdicas en el desarrollo de las clases (Ronquillo y Villalva 2017). Sin embargo, existen otros factores externos al entorno educativo pero que influyen en el rendimiento académico dentro de los cuales autores como (Michalus y Ibarra 2010) menciona el tipo de institución donde termino sus estudios, el promedio de calificaciones del nivel medio y el número de asignaturas aprobadas en el primer año de carrera, donde esta última es el factor más relevante, mientras que (Porcel et al. 2010), menciona que dentro de los factores más influyentes en la explicación del rendimiento académico se encuentran el título secundario obtenido, la carrera elegida y el nivel educacional alcanzado por la madre. En relación a los estilos de aprendizaje, específicamente en ingeniería industrial investigaciones concluyeron que el estilo de aprendizaje predominante es el estilo reflexivo, lo que quiere decir que son analíticos, concienzudos, receptivos, observadores de experiencias desde diferentes perspectivas que les permiten tener un análisis profundo antes de llegar a una conclusión (Gravini Donado 2008; Laurego et al. 2009; Ramos y Triana 2011; Ortiz Ojeda 2013; Briceño 2016; Yacub et al. 2018). Sin embargo, es ideal que el profesional en ingeniería industrial cuente con los

cuatro estilos de aprendizaje Reflexivo, Teórico, Activo y Pragmático para un desarrollo efectivo de sus habilidades ingenieriles en el mundo laboral. Finalmente, las estrategias para el aprendizaje significativo situadas en un aprendizaje activo, centrados en el desarrollo de conocimientos en situaciones reales, resultan convenientes para el aprendizaje de la ingeniería industrial (Carrillo y Pérez 2011).

Para finalizar, la literatura menciona, que los usos de juegos didácticos para la enseñanza de las distintas temáticas relacionadas a la ingeniería arrojan resultados positivos, de tal manera que los estudiantes logran un aprendizaje significativo, el cual se ve reflejado no solo en su rendimiento durante el proceso de formación sino también en su desarrollo y crecimiento profesional-laboral. Teniendo en cuenta lo anterior, el proyecto de investigación aquí desarrollado se basa en el desarrollo de un juego didáctico como metodología complementaria para la enseñanza de modelación matemática en el programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba, considerando la complejidad de la temática y así mismo el grado de dificultad que representa para los estudiantes.

6 DISEÑO METODOLOGICO DE LA INVESTIGACIÓN

6.1. METODOLOGIA

6.1.1. TIPO DE ESTUDIO

La presente investigación es cuantitativa, de carácter descriptivo y correlacional; ya que se puede reconocer la información y se mide la relación existente entre dos o más variables.

Se considera descriptivo, ya que su objetivo especificar las propiedades características y perfiles de elementos que influyen en los procesos de enseñanza- aprendizaje desarrollados y puestos en práctica por las mismas personas (Marín 2012). Por lo tanto, este estudio se enmarca en el desarrollo del aprendizaje de los estudiantes y los factores que pueden influir en el mismo, por tanto, se describen sus estilos de aprendizaje y algunos factores socioeconómicos.

Por otra parte, se considera de carácter correlacional porque se busca observar la relación entre las variables: metodologías de enseñanza (Clase magistral, Clase magistral más Juego Didáctico) y cómo influyen estas en el rendimiento académico evaluado por competencias, de igual forma su

relación existente con los estilos de aprendizaje y los factores socioeconómicos que pueden influir en el mismo.

Teniendo en cuenta lo anterior, esta investigación utilizó un diseño de tipo cuasi-experimental de carácter correlacional, puesto que no hay una asignación aleatoria, sino que se trabajó con grupos intactos y sujetos experimentales reagrupados aleatoriamente. Con esto se puede establecer el efecto que tiene el juego didáctico, como metodología de enseñanza complementaria para la clase magistral, sobre el rendimiento académico evaluado por competencias, el análisis de la influencia de factores socioeconómicos sobre el mismo y su relación con los estilos de aprendizaje, haciendo uso de un diseño con pre-prueba, pos-prueba, grupo de control y grupo experimental, con estudiantes de primer semestre del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba.

Finalmente, para lograr conservar la interlocución docente-estudiante y viceversa, dado que se impartirá la clase magistral de manera virtual como se mencionó anteriormente, se empleará un entorno de enseñanza y aprendizaje basado en la clase magistral tradicional, ubicado dentro de un sistema de comunicación mediado por computadora y herramientas tecnológicas como los son las video-llamadas. Así, se formará un conjunto de comunicación grupal y espacio de trabajo que pueden igualar la del aula tradicional, un proceso en el que los estudiantes y el docente participan activamente, dando paso a intervenciones por parte de los estudiantes donde se debaten y responden preguntas sobre el tema en cuestión.

6.1.2. HIPÓTESIS

Hipótesis I: Existe equivalencia en las condiciones iniciales de los sujetos experimentales.

Hipótesis II: Hubo un aprendizaje significativo en los sujetos experimentales

Hipótesis III: Existen diferencias significativas en el rendimiento académico de los sujetos experimentales cuando se aplica la clase magistral y cuando esta es complementada con el juego didáctico.

Hipótesis IV: Existe relación entre el puntaje obtenido en cada uno de los estilos de aprendizaje y el rendimiento académico obtenido por los estudiantes luego de la aplicación del postest.

Hipótesis V: El género, nivel educativo de la madre, nivel educativo del padre e institución donde terminó sus estudios de educación media tienen un impacto significativo en el rendimiento académico de la temática evaluada y contexto particular de la investigación.

Hipótesis VI: Existen diferencias significativas entre las competencias comprensión, aplicación y análisis cuando se aplica la clase magistral y cuando esta es complementada con el juego didáctico.

Hipótesis VII: Existe relación entre el puntaje obtenido en cada uno de los estilos de aprendizaje y las competencias comprensión, aplicación y análisis luego de la aplicación del postest.

Hipótesis VIII: El género, nivel educativo de la madre, nivel educativo del padre e institución donde terminó sus estudios de educación media tienen

un impacto significativo en las competencias comprensión, aplicación y análisis, de la temática evaluada y contexto particular de la investigación.

6.1.3. VARIABLES

Variables dependientes: Competencias educativas descritas por Bloom (Comprensión, Aplicación y Análisis) y Rendimiento Académico.

Variables independientes: Metodologías de enseñanza (Clase magistral y Clase magistral más juego didáctico como estrategia de aprendizaje).

Factores: Estilos de aprendizaje, Genero, Nivel académico de la madre, Nivel académico del padre, Tipo de institución media.

6.1.4. DISEÑO DE EXPERIMENTO

En este estudio se desarrollará un cuasi-experimento que siguió un diseño con pre-prueba, pos-prueba y grupo de control, con sujetos del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba. Este tipo de diseño se caracteriza por la peculiaridad de que los sujetos pertenecientes a los grupos experimental y control comparten una serie de características comunes (Marín, Montes et al. 2010). No fueron seleccionados al azar, sino que se tomaron grupos intactos que ingresaron al curso de Introducción a la Ingeniería Industrial. En este sentido se llevó a cabo un experimento sobre la relación existente entre el juego didáctico como metodología de enseñanza complementaria a la clase magistral y el rendimiento académico de los estudiantes, como también la relación existente entre los estilos de aprendizaje y el rendimiento académico y el análisis de factores socio-académicos que pueden influir en el mismo.

6.1.4.1. CONVENCIONES Y ESQUEMA DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

Tabla 4. Convenciones y variables de diseño experimental.

GRUPO	PRE-TEST	TRATAMIENTO	POST-TEST
Experimental	R1	Clase magistral + Juego	R3
Control	R2	Clase magistral	R4

***Nota:** R1, R2, R3, R4 representan el rendimiento académico obtenido en cada una de las pruebas aplicadas.*

Basado en Marín (2012)

6.1.4.2. SUJETOS DE INVESTIGACIÓN

Estudiantes pertenecientes a primer semestre al programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba.

6.1.4.3. MUESTRA

Se tomó una muestra no probabilística de 38 estudiantes pertenecientes al programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba, divididos en mitades iguales (Tabla 3).

Tabla 5. Muestra

Grupo	N° de estudiantes	Metodología
1	19	Clase magistral
2	19	Clase magistral + juego didáctico.

Basado en Marín (2012).

6.1.5. MATERIAL EXPERIMENTAL

Se diseñó un juego didáctico donde los estudiantes pueden aprender conceptos y procedimientos relacionados con la temática Modelación matemática denominado MOMA GAME.

6.1.6. JUEGO DIDÁCTICO “MOMA GAME”

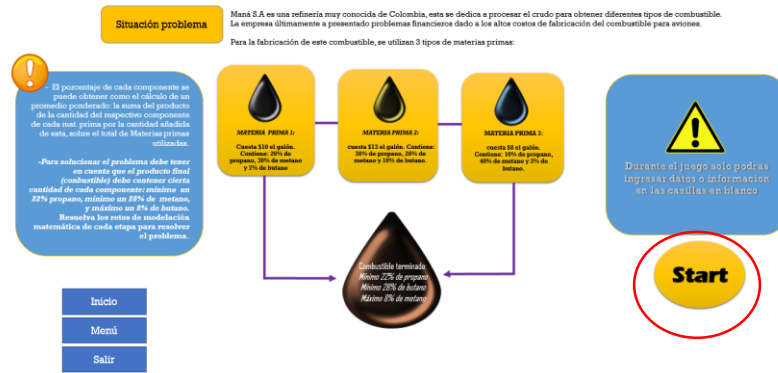
“MOMA GAME” es un juego didáctico diseñado en formato excel, que muestra el proceso de construcción de un modelo matemático de programación lineal. Cabe resaltar que el juego didáctico es una versión prototipo, muy elemental diseñado como se mencionó anteriormente en formato excel, por tanto, no fue necesario realizar pruebas de jugabilidad y usabilidad del mismo.

El juego está compuesto por diferentes desafíos que consisten en resolver etapas las cuales se forman a partir de las partes que conforman un modelo matemático (análisis, comprensión, parámetros, variables de decisión, función objetivo, restricciones), que el estudiante-jugador debía ir resolviendo a partir del mismo. Además, se le proporcionaron diferentes recursos conceptuales y ejemplos para facilitar el aprendizaje y mejorar las capacidades de los participantes, cabe resaltar que para el desarrollo de dichas etapas se tomó como ejemplo un problema de mezclas.

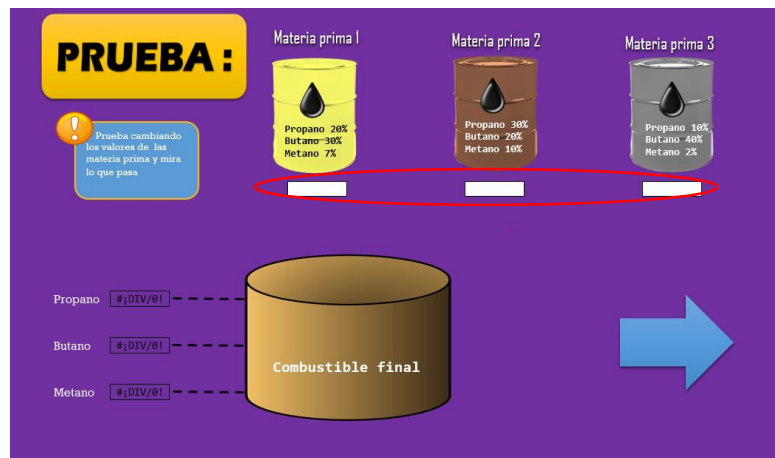
- ❖ El jugador debe escoger el tipo de problema a resolver en este caso será un problema de tipo (mezcla).



- ❖ Una vez seleccionado el problema deberá leer detenidamente la situación problema y darle click en el botón start para continuar.



- ❖ Al continuar se encontrará con una etapa de prueba en la cual se le permitirá cambiar valores; en este caso valores de las materias primas y observar lo que pasa con el producto final.



- ❖ Luego de haber practicado en la etapa de prueba, pasará a la etapa 1 en el que deberá rellenar las en las casillas en blanco según la información que le presentan; en esta etapa puede acceder a dos botones de ayuda.

ETAPA 1 Complete las siguientes tablas de acuerdo a la siguiente información.

Si la empresa utiliza 1 galón de cada tipo de materia prima:
 ¿Qué porcentaje de cada componente tendrá esta mezcla? (Tabla 1.)
 ¿Cuál será el costo por cada gramo utilizado de cada tipo de materia prima? (Tabla 2.)

AYUDA 1

Tabla 1: % de componentes de materia prima

Componente materia prima	(%)
Propano	
Butano	
Metano	

Tabla 2: Costo de materia prima

Materia prima	Costo \$
Materia prima 1	
Materia prima 2	
Materia prima 3	

AYUDA 2

Tabla 1: % de componentes de materia prima

Componente materia prima	(%)
Propano	20%
Butano	30%
Metano	50%

Tabla 2: Costo de materia prima

Materia prima	Costo \$
Materia prima 1	10
Materia prima 2	15
Materia prima 3	8

- ❖ Una vez resuelta la etapa 1 debe continuar, lo que lo llevará a la etapa 2 en la que deberá rellenar las casillas en blanco a partir de la información presentada, lo cual lo ayudará a definir las variables de la situación problema. En esta etapa puede acceder a un botón de ayuda y a un botón que le permitirá regresar a la situación problema si desea analizarla nuevamente.

ETAPA 2 Si has llegado hasta aquí vas muy bien, ahora te enfrentarás a un nuevo reto: DEFINIR LAS VARIABLES DE LA SITUACIÓN PROBLEMA

CLAVES: Escribe un listado de los componentes y los nombres de las materias primas que requiere el producto final. Observa si el ejercicio proporciona la cantidad de cada componente y materia prima, si es así escribe la cantidad correspondiente al lado de cada componente y materia prima, sino lo es escribe un signo de interrogación (?).

Características de una variable:

- Es lo que no sabe pero que quiere determinar.
- Detrás de cada variable existe una decisión.
- Determina la cantidad de algo.
- Toman como valores números reales y se representan por letras con subíndices como se acostumbra a hacer con las variables matemáticas, o líneas azules a su significado: peso, valor, etc.

Inicio **Menú** **Salir** **Ayuda**

Ir al problema

ETAPA 2 **ESTUPENDO 😊, Vas muy bien!**

CLAVES: Lo que tiene un signo de interrogación es lo que no se sabe pero se quiere saber.

FORMAR LAS VARIABLES:
 1.- (Escribe aquí lo que se quiere saber según los signos de interrogación).
 2.- Tipo de materia prima.

Ojo
 Si las casillas cambian de color significa que lo que escribiste es correcto.
 Si no cambia de color significa que lo que escribiste es incorrecto.

- ❖ Una vez definida las variables en la etapa 2, debe continuar, lo que lo llevará a la etapa 3 en la que se encontrará con la definición de la función objetivo para lo cual deberá leer de la información presentada. En esta etapa puede acceder a un botón de ayuda y a un botón que le permitirá regresar a la situación problema si desea analizarla nuevamente.

ETAPA 3

Este paso consiste en definir el **objetivo** o meta que se desea lograr. Definirás una función que muestre la relación existente entre la producción y la unidad que se pretende alcanzar, o el costo para llevar a cabo dicha producción o cualquier otro objetivo perseguido en la formulación del problema.

CLAVES:

Z esta en términos de las variables del paso anterior, es decir la utilidad o el costo que representa una variable, según sea el caso.

En este caso el objetivo se maximizar o minimizar depende del problema: se maximizan utilidades y se minimizan los costos, a continuación escoge cual es la opción para este caso y luego presiona debajo en el espacio en blanco la función objetivo que obtienes.

Maximizar **Minimizar**

Función objetivo:

☐ ☐

Inicio
Menú
Salir
Ayuda

Formulación de la función objetivo. Se trata de la función que mide la calidad de la solución y que hay que optimizar (maximizar un beneficio o minimizar un costo). También es una función lineal de todas o parte de las variables de decisión.

Maximizar Z =
Minimizar Z =

Ir al problema

- ❖ Una vez definida la función objetivo en la etapa 3, debe continuar, lo que lo llevará a la etapa 4 correspondiente a la definición de las restricciones, en la que deberá primeramente leer la información presentada y luego continuar para rellenar las casillas en blanco las cuales corresponderán a las restricciones del problema. En esta etapa puede acceder a un botón de ayuda y a un botón que le permitirá regresar a la situación problema si desea analizarla nuevamente. **ADVERTENCIA:** Una vez halla continuado para proceder a rellenar las casillas en blanco correspondientes no podrá devolverse para leer la

información presentada previamente, por tanto, es fundamental leer detenidamente antes de continuar.

ETAPA 4

En este paso determinamos las funciones que limitan el problema (restricciones), estas están dadas por capacidad, disponibilidad, proporción, entre otras.

CLAVES:

La mejor manera de hallarlas consiste en pensar en un caso hipotético en el que decidiéramos darle un valor infinito a nuestras variables de decisión, por ejemplo, ¿qué pasaría si en un problema que precisa maximizar sus unidades en un sistema de producción de colado decidiéramos producir una cantidad infinita de zapatos? Seguramente ahora nos surgirían múltiples interrogantes, como por ejemplo:

¿Con cuánta materia prima cuento para producirlos?
 ¿Con cuánta mano de obra cuento para fabricarlos?
 ¿Pueden las instalaciones de mi empresa albergar tal cantidad de producto?
 ¿Podría mi fuerza de mercadeo vender todos los zapatos?

Se expresan como ecuaciones e inecuaciones lineales de las variables de decisión. Matemáticamente cada una puede adoptar una de las siguientes formas:

$g_i(x) \geq b_i$
 $g_i(x) \leq b_i$
 $g_i(x) = b_i$
 con $i = 1, 2, 3 \dots y g_i$ una función lineal en x

Cuando hablamos de las restricciones en un problema de programación lineal, nos referimos a todo aquello que limita la libertad de los valores que pueden tomar las variables de decisión.

Inicio
Menú
Salir

ETAPA 4

Rellene los espacios según el número de restricciones matemáticas requeridas.

Propano
Butano
Metano

$g_i(x)$	b_i

¿Le al problema?

Matemáticamente las restricciones adoptan una de las siguientes formas:

$g_i(x) \geq b_i$
 $g_i(x) \leq b_i$
 $g_i(x) = b_i$

Inicio
Menú
Salir
Ayuda

- ❖ Una vez definida la función objetivo en la etapa 4, debe continuar, lo que lo llevará a la etapa 5 correspondiente a la definición de las restricciones de no negatividad las cuales podrá definir a través de la información presentada.

ETAPA 5

Formulación de condiciones de no negatividad; consiste en restringir todas las variables a que sean mayores e iguales a cero.

Rellene los espacios según el número de restricciones de no negatividad requeridas.

Por ejemplo, si una de las variables de decisión representa el número de empleados de un taller, el valor de esa variable no puede ser negativo. O también, si una de las variables es la cantidad de mesas a fabricar, su valor solamente podrá ser igual a cero o mayor que cero, o sea positivo, sería absurdo obtener como resultado que se va a fabricar -4 mesas.

Inicio
Menú
Salir

- ❖ Una vez completada todas las etapas encontrará el modelo final el cual será correcto si las casillas cambian a color verde e incorrecto si cambian a color rojo.



- ❖ Al final encontrar un reto opcional si desea afianzar sus destrezas en el tema.



6.1.7. RECURSOS

Materiales: Computadores, Excel del juego “MOMA GAME”, Plataforma meet google y formularios google docs e internet móvil.

Talento humano: 38 jugadores, dos monitores (a) y un director (persona encargada del curso).

6.1.8. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Los datos requeridos para efectuar las pruebas necesarias, que respondan a los objetivos que enmarcan nuestra investigación, se obtuvieron a través de instrumentos de medición previamente sometidos a pruebas de validez y confiabilidad, los cuales son denominados como pretest y posttest, los cuales son cuestionarios diseñados para evaluar las condiciones iniciales y finales de los sujetos experimentales en términos de conocimientos referentes a la temática objetivo de nuestra investigación (Modelación Matemática) (Marín 2012).

6.1.9. ANALISIS DE LOS DATOS

Debido a la naturaleza del tipo de experimento que sigue nuestra investigación, los datos obtenidos se analizaron utilizando software estadístico Statgraphics.

7 DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

7.1. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Los instrumentos de medición diseñados para esta investigación consisten en dos test (PRETEST Y POSTEST), para su elaboración nos basamos en el análisis previo de los contenidos más representativos de la modelación matemática y la evaluación por competencias descrita por Bloom, Con dichos test fue posible determinar la efectividad del juego en el rendimiento académico evaluado específicamente en las competencias de comprensión, aplicación y análisis, aplicándolo antes y después de utilizar el mismo como metodología complementaria a la clase magistral. El contenido de los test está basado en la temática correspondiente a modelación matemática, etapas de diseño, características y casos prácticos. Estos instrumentos fueron sometidos a un proceso de análisis, medición de validación y confiabilidad por medio de la evaluación de expertos y una prueba piloto.

7.1.1. VALIDEZ DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Para la validez se debe plantear la siguiente pregunta ¿está midiendo lo que cree que está midiendo? Si es así, su medida es válida; si no, evidentemente carece de validez, este es un concepto del cual pueden tenerse diferentes tipos de evidencia, evidencia relacionada con el contenido, evidencia relacionada con el criterio y evidencia relacionada con el constructo, de manera general se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que se pretende medir (Hernández et al. 2010).

7.1.1.1. VALIDEZ DEL CONTENIDO

Se refiere al grado en que un instrumento refleja un dominio específico de contenido de lo que se mide. La pregunta que se debe responder para la validez del contenido con respecto a un cuestionario ¿las preguntas qué tan bien representan a todas las preguntas que pudieran hacerse? Hernández et al. (2010). Basados en lo anterior expertos en modelación matemática adscritos al programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba evaluaron los test en términos de contenido para garantizar que estos apuntan a lo que se quiere medir.

7.1.1.2. VALIDEZ DEL CONSTRUCTO

El proceso de validación de un constructo está vinculado con la teoría. Debe explicar el modelo teórico empírico que subyace a la variable de interés Hernández et al. (2010). Para la validez del constructo de los instrumentos de esta investigación recurrimos a expertos del departamento

de ingeniería industrial los cuales analizaron si la teoría planteada en los instrumentos corresponde a la temática de estudio.

7.1.2. CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales. Existen diversos procedimientos para calcular la confiabilidad de un instrumento de medición. Todos utilizan procedimientos y fórmulas que producen coeficientes de fiabilidad. Los procedimientos más utilizados para determinar la confiabilidad mediante un coeficiente son: medida de estabilidad (confiabilidad por pretest-postest), método de formas alternativas o paralelas, método de mitades partidas (split-halves) y medidas de consistencia interna Hernández et al. (2010). En este caso utilizamos el método de mitades partidas (split-halves), Este método consiste en dividir cada uno de los test en dos mitades equivalentes y se comparan que tan correlacionadas están las puntuaciones o los resultados de ambas, dichos resultados se obtuvieron de la prueba piloto, la cual fue administrada a sujetos diferentes a los experimentales. Cabe resaltar que los test fueron desarrollados bajo tres competencias basadas en la taxonomía de Bloom por lo tanto este cálculo se realizó para cada competencia en sus dos partes.

7.1.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS CONFIABILIDAD Y VALIDEZ.

Se muestran los resultados con respecto a la confiabilidad y validez del instrumento a partir de las calificaciones del pretest y posttest (Anexo 1 y 2) obtenidas de la prueba piloto, la cual se aplicó a estudiantes de diferentes semestres con horarios distintos. Cabe resaltar que tanto el pretest como el posttest tienen la misma estructura y contenido, pero en distinto orden y redacción sin afectar el objetivo y sentido de las preguntas, es por esto que se verifica la confiabilidad de ambos.

7.1.3.1. PRETEST

PRUEBA DE NORMALIDAD

Con el fin de determinar si los datos obtenidos se comportan bajo una distribución normal es decir su asimetría es 0, o en otras palabras las partes A y B son iguales, utilizamos la prueba Shapiro Wilk teniendo en cuenta que la muestra es menor a 50.

Tabla 6. Resultados prueba de normalidad pretest – prueba piloto

Prueba	Shapiro-Wilk			
	Estadístico W		Valor-P	
Variable	PARTE A	PARTE B	PARTE A	PARTE B
Comprensión	0,788646	0,761076	0,000352261	0,000119061
Aplicación	0,859216	0,822372	0,00682678	0,00140367
Análisis	0,854898	0,845234	0,0056504	0,00371344
Rendimiento académico	0,919355	0,901855	0,101621	0,0460685

Podemos observar que solo los resultados de la **parte A** de la variable rendimiento académico se comportan bajo una distribución normal con un valor-p mayor a $\alpha = 0,05$, sin embargo el valor-p de la parte B de dicha

variable y los valores-p de las partes A y B de las variables comprensión, aplicación y análisis, son menores a $\alpha = 0,05$, por lo tanto se puede rechazar la hipótesis de que los datos provienen de una distribución normal con 95% de confianza.

PRUEBA DE RANGOS CON SIGNO (WILCOXON)

Teniendo en cuenta lo anterior, hacemos uso de pruebas no paramétricas en este caso se hace una comparación de medianas para determinar si existen diferencias significativas entre ambas partes correspondientes a cada variable, en este caso dicha comparación se hace para muestras pareadas ya que dependen del mismo sujeto, esto se hace a través de la prueba de rangos con signo (Wilcoxon).

Tabla 7. Resultados prueba de rangos con signo (Wilcoxon) pretest-prueba piloto

Prueba	Rangos con signo (Wilcoxon)			Valor-P
	Medianas		Estadístico para grandes muestras	
Variable	PARTE A	PARTE B		
Comprensión	3,34	1,67	1,65988	0,0969378
Aplicación	1,67	1,67	0,966204	0,333941
Análisis	1,67	3,34	0	1
Rendimiento académico	2,2	2,2	0,262314	0,793075

Podemos Observar que los valores-p de todas las 4 variables son mayores a $\alpha = 0,05$, podemos afirmar que no hay diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un 95,0% de confianza, lo cual indica que el instrumento es confiable.

7.1.3.2. POSTEST

PRUEBA DE NORMALIDAD

De igual manera que con el pretest se evaluó la normalidad de los datos, para verificar la similitud de las partes A y B correspondientes a cada variable. Así mismo utilizamos la prueba Shapiro Wilk teniendo en cuenta que la muestra es menor a 50.

Tabla 8. Resultados prueba de normalidad posttest - prueba piloto

Prueba	Shapiro-Wilk			
	Estadístico W		Valor-P	
Variable	PARTE A	PARTE B	PARTE A	PARTE B
Comprensión	0,853485	0,878944	0,00531247	0,016383
Aplicación	0,840931	0,829777	0,00308529	0,00191749
Análisis	0,809775	0,838914	0,000831443	0,00282959
Rendimiento académico	0,945186	0,883952	0,312057	0,0205129

Podemos observar que solo los resultados de la **parte A** de la variable rendimiento académico se comportan bajo una distribución normal con un valor-p mayor a $\alpha = 0,05$, sin embargo el valor-p de la parte B de dicha variable y los valores-p de las partes A y B de las variables comprensión, aplicación y análisis, son menores a $\alpha = 0,05$, por lo tanto se puede rechazar la hipótesis de que los datos provienen de una distribución normal con 95% de confianza.

PRUEBA DE RANGOS CON SIGNO (WILCOXON)

Teniendo en cuenta lo anterior y al igual que con el pretest, hacemos uso de pruebas no paramétricas haciendo una comparación de medianas para

determinar si existen diferencias significativas entre ambas partes correspondientes a cada variable, esto se hace a través de la prueba de rangos con signo¹ (Wilcoxon).

Tabla 9. Resultados prueba de rangos con signo (Wilcoxon) posttest - prueba piloto

Prueba	Rangos con signo (Wilcoxon)			Valor-P
	Medianas		Estadístico para grandes muestras	
Variable	PARTE A	PARTE B		
Comprensión	3,34	1,67	1,73463	0,293402
Aplicación	3,34	1,67	0,25	0,659612
Análisis	1,67	1,67	1,36588	0,501788
Rendimiento académico	2,5	2,2	0,405222	0,902333

Podemos Observar que los valores-p de todas las 4 variables son mayores a $\alpha = 0,05$, se puede decir que no hay diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un 95,0% de confianza, lo cual indica que el instrumento es confiable.

7.1.4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Para el desarrollo del diseño experimental propuesto, se contó con un grupo de 38 estudiantes de primer semestre del programa de Ingeniería Industrial de la universidad de Córdoba, a los cuales los se aplicaron los siguientes procedimientos:

- Test CHAEA para los estilos de aprendizaje de cada sujeto. En el encabezado del test también se pidieron algunos datos objeto de análisis

¹ La prueba de rangos con signo evalúa la hipótesis nula de que las medianas de las muestras son iguales a 0,0 versus la hipótesis alterna de que las medianas de las muestras no son iguales a 0,0. Se basa en comparar los rankeos promedio de los valores arriba y abajo de la mediana hipotética.

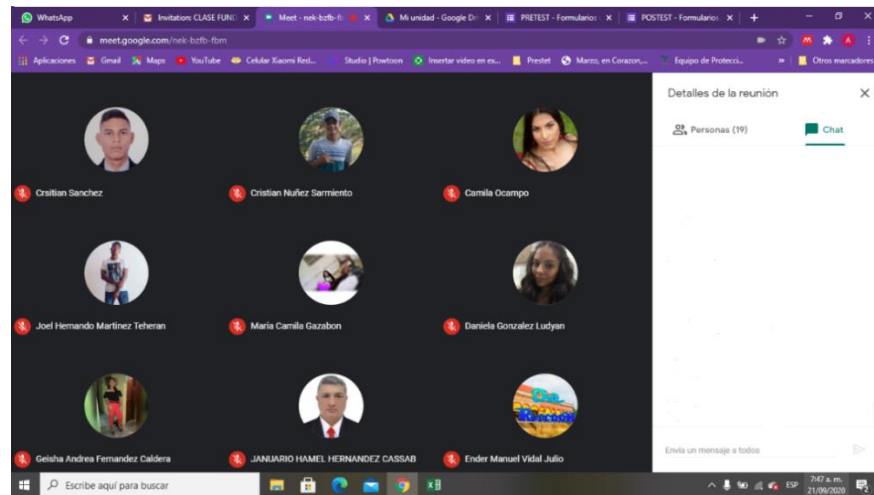
como, género, nivel académico de la madre, nivel académico del padre, género y tipo de institución de educación media.

- Aplicación del pretest², para verificar que todos los sujetos tuvieran el mismo nivel de conocimiento de la temática a desarrollar.
- Clase magistral (Virtual) a cerca de los conceptos, teoría y un ejercicio práctico a cerca de la modelación matemática, específicamente el modelo de mezcla.
- 38 estudiantes de I semestre del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba, distribuidos equitativamente en dos grupos: grupo experimental y grupo de control.
- Para el grupo experimental, se complementa la clase con la aplicación de la herramienta didáctica en un entorno virtual, mediante la plataforma Google meet³. Mientras que, al grupo de control se le aplica el posttest para determinar su rendimiento académico.
- Finalmente, al grupo experimental se le aplica el posttest⁴ para determinar su rendimiento académico.

² Pretest: instrumento evaluativo, el cual fue validado a nivel constructo por expertos. y se verificó se confiabilidad a través del método de mitades partidas.

³ Google meet: Plataforma para realizar videoconferencias.

⁴ Posttest: instrumento evaluativo, el cual fue validado a nivel constructo por expertos. Y se verificó se confiabilidad a través del método de mitades partidas.



8 RESULTADOS

Los resultados obtenidos en esta investigación se presentan de manera general (Anexo 3 y 4) teniendo en cuenta las siguientes definiciones (Tabla 8).

Tabla 10. Abreviaciones y definiciones

ABREVIACIONES	DEFINICIONES
S	Sujeto
G	Género
NAM	Nivel académico de la madre
NAP	Nivel académico del padre
IMS	Institución media del sujeto
RA	Rendimiento académico
CO	Comprensión
AN	Análisis
AP	Aplicación

8.1. DESCRIPCIÓN DE LOS ESTILOS DE APRENDIZAJE

Los resultados de los estilos de aprendizaje (Anexo 5) arrojaron medias muy similares, siendo sin embargo el estilo activo el de menor media y desviación estándar respectivamente ($12 \pm 3,23$), mientras que el estilo reflexivo es el de mayor media y menor desviación estándar ($15,63 \pm 2,94$) (Tabla 11).

Tabla 11. Parámetros descriptivos de estilos de aprendizaje obtenido por los estudiantes.

Estilos de aprendizaje	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Activo	38	3	18	12	3,23
Reflexivo	38	7	20	15,63	2,94
Teórico	38	6	20	13,94	3,27
Pragmático	38	3	20	13,31	3,76

Para el análisis de la predominancia de los estilos de aprendizaje se hizo uso del baremo general propuesto por Alonso et al. (1994) quien explica que no significa lo mismo obtener la misma puntuación en un estilo que en otro, de esta manera, elabora el baremo de interpretación dividido en cinco niveles, desde muy baja hasta muy alta (Tabla 12 y 13). De donde se obtuvo que el número de estudiantes con un único estilo de aprendizaje dominante fue de 23 (63,1%), con dos estilos de aprendizaje con igual preferencia 8 (13,1%), con tres estilos de aprendizaje con igual preferencia 5 (13,1%) y con los cuatro estilos de aprendizaje con igual preferencia 3 (7,8%), (Tabla 14).

Tabla 12. Baremo de interpretación

Predominancia Estilos de aprendizaje	Muy alta	Alta	Moderada	Baja	Muy Baja
Activo	15--20	13--14	9--12	7—8	0-6
Reflexivo	20	18--19	14--17	11--13	0-10
Teórico	16--20	14--15	10--13	7—9	0-6
Pragmático	16--20	14--15	11--13	9--10	0-8

Tabla 13. Baremo general de predominancia de estilos de aprendizaje.

	ACTIVO	REFLEXIVO	TEORICO	PRAGMATICO
MUY ALTA	7	1	12	8
%	18,42	2,63	31,58	21,05
ALTA	12	12	14	16
%	31,58	31,58	36,84	42,11
MODERADA	15	18	7	6
%	39,47	47,37	18,42	15,79
BAJA	2	5	3	3
%	5,26	13,16	7,89	7,89
MUY BAJA	2	2	2	5
%	5,26	5,26	5,26	13,16

Tabla 14. Predominancia particular de estilos de aprendizaje.

ESTILO DE APRENDIZAJE	PREDOMINANCIA				%
	MUY ALTA	ALTA	MODERADA	TOTAL	
Activo	3	3	1	7	18,42105263
Reflexivo		1		1	2,631578947
Teórico	8	3	1	12	31,57894737
Pragmático	3	2		5	13,15789474
Reflexivo-Teórico		1		1	2,631578947
Activo-Pragmático	2			2	5,263157895
Teórico-Pragmático	1	1		2	5,263157895
Teórico-Pragmático-Activo		1		1	2,631578947
Activo-Teórico-Pragmático	1	2		3	7,894736842
Reflexivo-Teórico-Pragmático			1	1	2,631578947
Activo-Reflexivo-Teórico-Pragmático	1	2		3	7,894736842

8.2 VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

8.2.1. HIPÓTESIS I

Existe equivalencia en las condiciones iniciales de los sujetos experimentales.

Para la validación de esta hipótesis, en primera instancia se optó por verificar que los datos se comportan bajo una distribución normal, para esto utilizamos la prueba de Shapiro-Wilk basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos. Luego de esto procedimos a verificar la hipótesis a través de la prueba de t-student, la cual compara las medias de los datos, para este caso las calificaciones obtenidas en el pretest tanto en el grupo de control como en el grupo experimental, suponiendo varianzas iguales.

Tabla 15. Prueba de normalidad pretest.

PRUEBA	Shapiro-Wilk	
CALIFICACIONES PRETEST	ESTADISTICO W	VALOR P
clase magistral	0,953452	0,455974
clase magistral + juego didáctico	0,944159	0,320524

En la tabla anterior podemos observar que debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor o igual a $\alpha = 0,05$ no se puede rechazar la idea de que los datos provienen de una distribución normal con 95% de confianza.

Tabla 16. Resultados equivalencia de condiciones iniciales.

PRUEBA		T-Student	
GRUPO	MEDIA	ESTADISTICO t	VALOR P
Control: clase magistral	1,97	-1,21077	0,233874
Experimental: clase magistral + juego	2,31		

Podemos notar, que como el valor P es mayor a $\alpha = 0,05$ se puede afirmar que tanto el grupo de control como el grupo experimental se encontraban en igualdad de condiciones. De manera que, dividir aleatoriamente al grupo

inicial no supuso ventaja o desventaja, para así poder continuar con el experimento, con un nivel de confianza del 95%.

8.2.2. HIPÓTESIS II

Hubo un aprendizaje significativo en los sujetos experimentales.

Tabla 17. Prueba de normalidad.

PRUEBA	Shapiro-Wilk	
CALIFICACIONES	ESTADISTICO W	VALOR P
Pretest	0,959413	0,245355
Posttest	0,9544	0,17039

Primeramente, se verificó la normalidad de los datos de variable correspondiente al rendimiento académico, agrupándolos en dos grupos: pretest y posttest, tanto del grupo de control como del grupo experimental. Lo anterior, mediante la prueba de Shapiro-Wilk, donde se puede observar que los valores P en ambos grupos son mayores a $\alpha = 0,05$. Por lo tanto, podemos afirmar que los datos provienen de una distribución normal, lo que nos lleva a utilizar la prueba t-student para muestras pareadas, con un nivel de confianza del 95%.

Tabla 18. Resultados aprendizaje significativo.

PRUEBA	T-Student		
CALIFICACIONES	MEDIA	ESTADISTICO t	VALOR P
Pretest	2,1418	-0,47255	0,63931
Posttest	2,2147		

Una vez realizada la prueba t-student se puede evidenciar que el valor p es superior a 0,05, por lo tanto, no podemos afirmar que hubo un aprendizaje

significativo en los sujetos experimentales, con un nivel de confianza del 95%.

8.2.3. HIPÓTESIS III: existen diferencias significativas en el rendimiento académico de los sujetos experimentales cuando se aplica la clase magistral y cuando esta es complementada con el juego didáctico.

Para la validación de esta hipótesis se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA, Tabla 20) multivariado, el cual nos arrojó un valor P mayor a $\alpha = 0,05$, lo que significa, que no existen diferencias estadísticamente significativas entre el rendimiento de los sujetos experimentales tanto para la clase magistral como para la clase magistral + juego, con un nivel de confianza del 95%.

8.2.4. HIPOTESIS IV: existe relación entre el puntaje obtenido en cada uno de los estilos de aprendizaje y el rendimiento académico obtenido por los estudiantes luego de la aplicación del postest.

Para la validación de esta hipótesis se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson (r) (Cantú 2004; Ruiz et al. 2006; Bertel y Martínez 2012; Ortiz y Canto 2013; Escanero et al. 2018) el cual “permite determinar si existe relación lineal entre las variables. Así mismo, es importante tener en cuenta que la existencia de correlación lineal entre dos variables no implica necesariamente una relación causal entre ellas. Simplemente se limita a explicar su covariación” (Herrera y Rodríguez 2011). El análisis mostro que no existe relación significativa entre el puntaje obtenido en el estilo de

aprendizaje activo ($r = -0,2112$ $p = 0,2031$), el estilo reflexivo ($r = -0,0642$ $p = 0,7016$), teórico ($r = -0,2272$ $p = 0,1702$) y pragmático ($r = -0,1340$ $p = 0,4226$) y el rendimiento académico obtenido en el posttest, así mismo se encontró correlaciones significativas entre pares de variables como: el estilo teórico y reflexivo (Tabla 19).

Tabla 19. Correlación rendimiento académico.

ESTILOS DE APRENDIZAJE	CORRELACIÓN	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (r)	VALOR - P
Activo	Rendimiento académico	-0,1372	0,5753
Reflexivo		-0,2894	0,2294
Teórico		-0,2312	0,3410
Pragmático		-0,4265	0,0686

8.2.5. HIPÓTESIS V: el género, nivel educativo de la madre, nivel educativo del padre e institución donde terminó sus estudios de educación media tienen un impacto significativo en el rendimiento académico de la temática evaluada y contexto particular de la investigación.

Para la validación de esta hipótesis se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA, Tabla 20) multivariado, el cual nos arrojó tanto en el género, nivel educativo del padre y de la madre e el tipo de institución media donde terminó sus estudios, arrojó un valor P mayor a 0,05, lo que supone que no existen diferencias estadísticamente significativas entre estos factores descritos y el rendimiento académico obtenido en el posttest, con un nivel de confianza del 95%.

Tabla 20. Resultados ANOVA relación entre factores y rendimiento académico.

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	Gl	CUADRADO MEDIO	RAZÓN F	VALOR-P
Metodología	0,0500443	1	0,0500443	0,09	0,7647
Genero	0,229016	1	0,229016	0,42	0,5234
Tipo de Institución de Educación Media	1,34907	1	1,34907	2,47	0,1291
Nivel educativo de la madre	5,97373	5	1,19475	2,19	0,0892
Nivel educativo de la padre	2,80957	5	0,561915	1,03	0,4231

8.2.6. HIPÓTESIS VI: existen diferencias significativas entre las competencias comprensión, aplicación y análisis cuando se aplica la clase magistral y cuando esta es complementada con el juego didáctico.

Para la validación de esta hipótesis se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA, Tabla 22) multivariado, el cual nos arrojó en cada competencia evaluada un valor-p mayor a 0,05, lo que significa, que no existen diferencias estadísticamente significativas entre el rendimiento evaluado por competencias tanto para la clase magistral como para la clase magistral + juego, con un nivel de confianza del 95%.

8.2.7. HIPÓTESIS VII: existe relación entre el puntaje obtenido en cada uno de los estilos de aprendizaje y las competencias comprensión, aplicación y análisis, luego de la aplicación del postest.

Para la validación de esta hipótesis se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson (r). El análisis mostro que no existe relación significativa entre el puntaje obtenido en cada uno de los estilos de aprendizaje y cada una de

las competencias, sin embargo, se observa correlación entre par de variables como: estilo teórico y reflexivo (Tabla 21).

Tabla 21. Correlación rendimiento académico por competencias.

ESTILOS DE APRENDIZAJE	CORRELACIÓN	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (r)	VALOR - P
Activo	Comprensión	-0,0858	0,7270
Reflexivo		-0,2930	0,2235
Teórico		-0,1757	0,4718
Pragmático		-0,0185	0,9402
Activo	Aplicación	-0,0535	0,8277
Reflexivo		0,0104	0,9663
Teórico		-0,3886	0,1001
Pragmático		-0,2844	0,2379
Activo	Análisis	-0,0953	0,6978
Reflexivo		-0,3216	0,1793
Teórico		0,0952	0,6983
Pragmático		-0,3645	0,1250

8.2.8. HIPÓTESIS VIII: El género, nivel educativo de la madre, nivel educativo del padre e institución donde terminó sus estudios de educación media tienen un impacto significativo en las competencias comprensión, aplicación y análisis, de la temática evaluada y contexto particular de la investigación.

Para la validación de esta hipótesis se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA, Tabla 22) multivariado para cada competencia, de donde se obtuvo que sobre las competencias de comprensión y análisis los efectos anteriormente descritos no tuvieron un efecto estadísticamente significativo con valores-p mayores a $\alpha = 0,05$, sin embargo, en la competencia aplicación, para los factores nivel académico de la madre y tipo de institución de educación media, se puede observar que obtuvieron un valor P inferior a $\alpha = 0,05$, lo que quiere decir que tienen un efecto

estadísticamente significativo sobre el rendimiento académico para la competencia aplicación, con un nivel de confianza del 95%.

Tabla 22. Resultados ANOVA'S correlación rendimiento académico por competencias.

	FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	Gl	CUADRADO MEDIO	RAZÓN F	VALOR-P
COMPRENSIÓN	Metodología	0,0709777	1	0,0709777	0,05	0,8265
	Genero	2,29224	1	2,29224	1,59	0,2199
	Tipo de Institución de Educación Media	0,517263	1	0,517263	0,36	0,5552
	Nivel educativo de la madre	4,05562	5	0,811124	0,56	0,7284
	Nivel educativo de la padre	5,3811	5	1,07622	0,74	0,5977
	FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	Gl	CUADRADO MEDIO	RAZÓN F	VALOR-P
APLICACIÓN	Metodología	0,0181244	1	0,0181244	0,02	0,8863
	Genero	0,00624923	1	0,00624923	0,01	0,9331
	Tipo de Institución de Educación Media	5,81749	1	5,81749	6,7	0,0161
	Nivel educativo de la madre	15,5018	5	3,10036	3,57	0,0148
	Nivel educativo de la padre	7,53291	5	1,50658	1,74	0,1648
	FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	Gl	CUADRADO MEDIO	RAZÓN F	VALOR-P
ANALISIS	Metodología	0,560209	1	0,560209	0,4	0,532
	Genero	0,1527	1	0,1527	0,11	0,7435
	Tipo de Institución de Educación Media	0,120795	1	0,120795	0,09	0,771
	Nivel educativo de la madre	7,00518	5	1,40104	1,01	0,4359
	Nivel educativo de la padre	4,49849	5	0,899698	0,65	0,6674

Nota: se verificaron los supuestos para el ANOVA donde se obtuvieron factores significativos en este caso el ANOVA de la competencia aplicación (Anexos 7, 8, 9).

9 CONCLUSIÓN

Durante el desarrollo de este estudio se puso a prueba la metodología de enseñanza complementaria propuesta, en estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba. Al evaluar la propuesta se encontró que esta no influyó significativamente en el rendimiento académico de los estudiantes y tampoco en las competencias (comprensión, aplicación y análisis) para la temática y contexto particular de la investigación. Sin embargo, lo anterior no significa que estas metodologías no funcionen, pues estudios similares revelan que, si mejoran el rendimiento académico, Montes et al. (2010) Marín, Montes et al (2010), Ruiz et al (2018). Esto se puede explicar mediante lo planteado por Marín (2012) en su estudio donde menciona que la efectividad de estas metodologías complementarias, pueden depender de otros factores como el contexto donde se desarrolla, la temática abordada, la motivación e incluso la percepción que tengan de dichas metodologías.

Otro aspecto importante, fue el estudio de la influencia de los factores socios académicos, antes mencionados, sobre el rendimiento académico, los cuales no tuvieron un efecto estadísticamente significativo sobre el mismo.

En cambio, al considerar cada competencia, se notó, que dos de estos factores, específicamente, el tipo de institución de educación media y el nivel académico de la madre tuvieron un efecto estadísticamente significativo sobre la competencia aplicación este resultado concuerda con lo dicho por Michalus y Ibarra (2010) y Porcel et al. (2010) quienes mencionan respectivamente que uno de los factores más influyentes en el rendimiento académico son precisamente el tipo de institución de educación media y el nivel académico de la madre. Cabe resaltar que uno de los objetivos de esta investigación es mirar el efecto que tiene el juego didáctico como metodología complementaria sobre las competencias mencionadas anteriormente, mas no fortalecerlas a través del mismo.

Por otro lado, al analizar los estilos de aprendizaje de los sujetos, no se encontró preferencia dominante en el total de la población, sin embargo, el objetivo no debe apuntar a que el docente se centre en enseñar solo a partir del estilo dominante del grupo, sino que como menciona (González y Gómez 2005) el desarrollo del proceso de aprendizaje en las clases sea complementado por actividades que permitan el desarrollo de los estilos de aprendizaje de los estudiantes. Así mismo no se encontró relación entre los estilos de aprendizaje y el rendimiento académico, así como tampoco entre los estilos de aprendizaje y las competencias comprensión, aplicación y análisis lo que permite afirmar que en este caso para las metodologías aplicadas: clase magistral y clase magistral más juego didáctico los estilos de aprendizaje no influyen sobre el mismo.

Finalmente, aunque los resultados de esta investigación no fueron positivos con respecto a la mejora del rendimiento académico en la temática y contexto particular de la investigación, sirve para que futuras investigaciones sobre la misma, tengan en cuenta lo aquí analizado y obtenido. Cabe resaltar que los datos se obtuvieron durante la emergencia sanitaria por Covid-19, lo que pudo llegar afectar los resultados de la investigación, teniendo en cuenta que la literatura menciona que el desarrollo y uso de estrategias complementarias siempre pueden ser una buena opción para mejorar no solo el rendimiento académico sino llegar a obtener algo más trascendente como el desarrollo de un aprendizaje significativo.

10 RECOMENDACIONES

Para futuras investigaciones similares, se recomienda analizar el efecto que puede tener la motivación de los estudiantes en el desarrollo de metodologías complementarias, así mismo, realizar una caracterización de los estudiantes por estilos de aprendizaje, donde estos se evalúen de forma separada, con el fin de determinar el estilo de aprendizaje que mejor se ajuste dichas metodologías y al mismo tiempo a la temática particular desarrollada. Por otro lado, se recomienda diseñar este tipo de metodologías complementarias en una versión más avanzada como la programación de una App de la misma, y realizar las pruebas de jugabilidad y usabilidad correspondiente a esta versión.

Respecto a la temática y contexto particular de la investigación, se sugiere el desarrollo de un estudio luego de terminada o controlada la emergencia sanitaria por Covid-19, y al mismo tiempo realizar una comparación con los resultados aquí obtenidos. Así mismo se propone que se realicen estudios complementarios, para proponer nuevas metodologías o mejorar la desarrollada en esta investigación, teniendo en cuenta que, para el diseño de la metodología de juego propuesta, solo se consideró el problema de

mezclas, y al mismo tiempo que no solo se enfoquen en la formulación del modelo matemático, sino que también trascienda hacia los métodos de solución de los mismos.

11 BIBLIOGRAFÍA

Acevedo K. Estado del arte del estudio de los estilos américa latina y universidades de aprendizaje en españa. Revista humanismo y cambio social, ISSN: 2412-2572 (en línea), (15), 2020. <https://doi.org/10.5377/hcs.v0i15.9899>. Acceso: 9 septiembre (2020).

Aguerrondo I. (2009). Conocimiento complejo y competencias educativas. Unesco-Ibe, (8): 2-11.

Aliaga S. (2011). Taxonomia de bloom, universidad cesar vallejo [en línea], google academico, <https://n9.cl/i613> [11 noviembre 2019].

Alonso C., Gallego D., Honey, P. (1994). Los estilos de aprendizaje procedimientos de diagnostico y mejora, Bilbao: ediciones mensajero [en línea] [google academico, https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004](https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004) [1 septiembre 2020].

Bertel P., Martínez J. Estilo y estrategia de aprendizaje. Revista Psicogente (en línea), 15(28), 2012. <http://revistas.unisimon.edu.co/index.php/psicogente/article/view/1879/1795>.

Blum W., Borromeo R. (2009). Mathematical Modelling: Can It Be Taught And Learnt? Journal of mathematical modelling and Application, 1(1): 45–58.

Briceño C.(2016). Estilos de aprendizaje de los estudiantes del programa de ingeniería industrial y de sistemas de la universidad de piura, Tesis de Mtr. En educación, mención en teorías y gestión educativa , Universidad de Piura.

Buyurgan N., Kiassat, C. Developing a new industrial engineering curriculum using a systems engineering approach. European journal of engineering education, ISSN: 14695898 (en línea), 42(6), 2017. <https://doi.org/10.1080/03043797.2017.1287665>. Acceso: 20 agosto (2020).

Cantú H. (2004). El estilo de aprendizaje y la relación con el desempeño académico de los estudiantes de arquitectura de la UANL. 5(1)

Capote G., Rizo N., Bravo G. La formación de ingenieros en la actualidad. Una explicación necesaria. Revista universidad y sociedad, ISSN: 2218-3620 (en línea), 8(1), 2016. <https://n9.cl/uyxr>. Acceso: 12 agosto (2020).

Carrillo T., Pérez J. (2011). Estrategias de aprendizaje en Ingeniería Industrial. 5th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management, XV Congreso de Ingeniería de Organización, Cartagena, Septiembre 2011 p1079–1088.

Chacón P. (2008). El Juego Didáctico como estrategia de enseñanza y aprendizaje ¿Cómo crearlo en el aula?, Nueva Aula Abierta, (16):1–8.

Acosta R., Martín A., Hernández A. Uso de las Metodologías de Aprendizaje Colaborativo con TIC: Un análisis desde las creencias del profesorado. Digital education review, ISSN: 2013-9144 (en línea), 0(35), 2019. <https://doi.org/10.1344/der.2019.35.309-323>. Acceso: 10 septiembre (2020).

Dagand E., Rodríguez Henríquez M. (2013). Aplicación del modelo de mezcla para la optimización de requerimientos de alimentos en Seralfa Ltda de la dieta normal de 2500 calorías, en la ciudad de Bogotá, [en línea], google academico <http://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/9400>, [1 septiembre 2020]

Despeisse M. (2018). Games and simulations in industrial engineering education: a review of the cognitive and affective learning outcomes. proceedings winter simulation conference.

Diago M., Cuetos M., González P. Analysis of the learning styles measurement tools. Revista de Educacion, ISSN: 1988592X (en línea) (381), 2019 <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2017-381-382>. Acceso: 9 septiembre (2020)

EcuRed. (2019). Didáctica. <https://www.ecured.cu/Didáctica>

EcuRed contributors. (2019) Proceso de enseñanza-aprendizaje. https://www.ecured.cu/Proceso_de_enseñanza-aprendizaje

Elgueta M., Palma E. (2014). Una propuesta de clasificación de la clase magistral impartida en la facultad de derecho. Revista Chilena de Derecho, 41(3): 907–924.

Ertmer A., Newby T. (1993). Conductismo, Cognitivismo Y Constructivismo: una comparación de los aspectos críticos desde la perspectiva del diseño de instrucción. Performance improvement quarterly, 6(4): 50–72.

Escanero J., Soledad M., Guerra M. Estilos de aprendizaje y rendimiento académico: diferentes herramientas, diferentes resultados. Revista de la fundación Médica. (en línea). 21(4). 2018. <https://doi.org/10.33588/fem.214.954>

Estrada A. (2018). Estilos de aprendizaje y rendimiento académico. Revista boletín redipe, 7(7):218–228.

Esguerra G., Guerrero P. Estilos de aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes de Psicología. Revista Diversitas, ISSN: 1794-9998 (en línea), 6(1), 2010, <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15332/s1794-9998.2010.0001.07>. Acceso: 9 septiembre (2020).

Fernández A. Metodologías activas para la formación de competencias, Revista educatio siglo XXI, ISSN: 1989-466X (en línea), (24), 2006, <https://revistas.um.es/educatio/article/view/152>. Acceso: 17 septiembre (2020)

Ferro C., Martínez A., Otero M. Ventajas del uso de las TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la óptica de los docentes universitarios españoles. Revista electrónica de tecnología educativa, ISSN: 1135-9250 (en línea), (29), 2009, <https://doi.org/10.21556/edutec.2009.29.451>, Acceso: 17 septiembre (2020).

Figuerola H., Muñoz K., Lozano E., Zavala D. (2017). Análisis crítico del conductismo y constructivismo, como teorías de aprendizaje en educación conductismo. Revista órbita pedagógica, 1–12.

García J., Santizo J., Alonso C. Instrumentos de medición de estilos de aprendizaje. Revista de estilos de aprendizaje, ISSN: 2332-8533 (en línea), 2(4), 2009, <http://revista.ieee.es/index.php/prueba2/article/view/886>. Acceso: 10 septiembre (2020).

Gómez E., Jaimes J., Severiche C. Estilos de aprendizaje en universitarios, modalidad de educación a distancia. Revista virtual Universidad católica del norte, ISSN: 0124-5821 (en línea), (50), 2017, <https://n9.cl/k07d>. Acceso: 9 septiembre (2020).

Gómez R. (2002). Análisis de los métodos didácticos en la enseñanza, facultad de educación y humanidades del campus de melilla, (32):261–334.

González Á., García G.(2015). Manual práctico de investigación de operaciones I. Universidad del norte, p352.

González R., González J. Relación entre los estilos de aprendizaje, el rendimiento en matemáticas y la elección de asignaturas optativas en alumnos de E.S.O. Revista electronica de investigacion y Evaluacion Educativa, ISSN: 1815-0640 (en línea), 11(2), 2005,

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1302264>. Acceso: 20 agosto (2020).

Gravini M. Estilos de aprendizaje de los estudiantes de primer semestre de los programas de psicología e ingeniería industrial de la universidad simón bolívar de barranquilla. *Psicogente*, ISSN: 0124-0137 (en línea), 11(19), 2008, <http://revistas.unisimon.edu.co/index.php/psicogente/article/view/2686>. Acceso: 17 septiembre (2020).

Gutiérrez M., García J., Vivas M., Santizo J., Alonso C., Sagrario M. (2011). Estudio comparativo de los estilos de aprendizajes del alumnado que inicia sus estudios universitarios en diversas facultades de venezuela, méxico y españa. *Revista Estilos de Aprendizaje*, 4(7).

Hernández R., Fernández C., Baptista M. (2010). Metodología de la investigación. Quinta edición, McGraw-Hill, México.

Hernández A., Lacuesta R. (2007). Aplicación del aprendizaje basado en problemas (pbl) bajo un enfoque multidisciplinar: una experiencia práctica. *Conocimiento, Innovación y Emprendedores : Camino Al Futuro*, 30–42.

Herrera N., Rodríguez J. (2011). Estilos de aprendizaje de los estudiantes de la corporación universitaria adventista de Colombia y su relación con el rendimiento académico en el área de Matemáticas. *Revista de estilos de aprendizaje*, 4(7):1–16.

Herrera C.(2013). El aprendizaje basado en proyectos y las competencias profesionales agrícolas de los estudiantes en la escuela de desarrollo integral agropecuario de la universidad politécnica estatal del carchi. Tesis Mtr en diseño curricular y evaluación educativa. Universidad técnica de Ambato

Huertas N., Garcés L.(2012). Estilos de aprendizaje y rendimiento académico ¿ Importa el estilo de aprendizaje en el rendimiento educativo ?, 1–25.

Ibarra L. (2016). Aplicación de la taxonomía de bloom, utilizando herramientas digitales para la enseñanza de la matemática en el primer curso de bachillerato general unificado. Tesis Mtr en tecnologías para gestión y práctica docente. Pontificia universidad católica del ecuador, p1-129.

Jaramillo L., Puga L. El pensamiento lógico-abstracto como sustento para potenciar los procesos cognitivos en la educación. *Sophía*, ISSN: 1390-3861 (en línea), 2(21), 2016, <https://doi.org/10.17163/soph.n21.2016.01>. Acceso: 11 noviembre (2019).

kolb A., Kolb D. (2005). The kolb learning style inventory 3(1).

Krathwohl D. Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. Journal theory into practice, ISSN: 0040-5841 (en línea), 41(4), 2010, <https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104>. Acceso 28 agosto (2019).

Laurego L., Balcaza G., Salinas N., Craveri, A. (2009). Una indagación en el estilo de aprendizaje de los alumnos en distintos momentos de su vida universitaria. Revista Estilos de Aprendizaje, 2(4): 1–16.

Leslie W. (2019). Bloom's Taxonomy Revised. [en línea], google academico. <https://thesecondprinciple.com/essential-teaching-skills/blooms-taxonomy-revised/>. [2 septiembre 2020].

Londoño S., Muñoz L. (2011). La modelación matemática: un proceso para la construcción de relaciones lineales entre dos variables. Tesis Mtr en educación. Universidad de Antioquia, p53.

López J.(2020). La taxonomía de Bloom y sus actualizaciones. [en línea] eduteka <http://eduteka.icesi.edu.co/articulos/TaxonomiaBloomCuadro>. [7 agosto 2020].

López D., Mejía L. Aplicación de una lúdica en el salón de clase para enseñanza de la ingeniería industrial. Caso ingeniería de métodos. Entre Ciencia e Ingeniería, ISSN: 1909-8367 (en línea) (15), 2014, <https://doi.org/10.31908/19098367.2239>. Acceso: 19 noviembre (2019).

López R. (2018). Algunos problemas clásicos de Optimización Combinatoria. [en línea], repositorio Institucional UNAN-Managua. <https://repositorio.unan.edu.ni/8853/>. [10 septiembre 2020].

Marín Y., Montes J., Hernández H., López J. Validación de la lúdica como herramienta metodológica complementaria en la enseñanza del método de producción tradicional y del método de producción de la teoría de restricciones (TOC) para el manejo de los entornos multitarea. Revista ingeniería y universidad: engineering for development, ISSN: 0123-2126, (en línea) 14(1), 2010, <https://www.redalyc.org/pdf/477/47715438005.pdf>. Acceso: 16 agosto (2019).

Marín Y. (2012). El juego didáctico como herramienta metodológica para el desarrollo de competencias en la formación de ingenieros industriales de la universidad de córdoba. Tesis ingeniera industrial, Universidad de Cordoba, sede Monteria.

Martínez B., García J., Robledo P., Díez C., Álvarez M., Marbán J., De Caso A., Fidalgo R., Arias O., Pacheco D., Rodríguez C. Valoración docente de las metodologías activas: un aspecto clave en el proceso de Convergencia. Aula Abierta, ISSN: 0210-2773 (en línea) 35(1-2), 2007, [https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/11894/ValoracionDocenteDeLasMetodologiasActivas-2780898 \(2\).pdf?sequence=1](https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/11894/ValoracionDocenteDeLasMetodologiasActivas-2780898%20(2).pdf?sequence=1). Acceso: 17 septiembre (2020).

Michalus, J., Ibarra M. Análisis del rendimiento académico mediante un modelo logit. Revista ingeniería industrial, ISSN: 0717-9103 (en línea) 9(2), 2010, <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RI/article/view/56>. Acceso: 17 septiembre (2019).

Montes J., Hernández H., López J., Chica J. Impacto de los juegos didácticos como herramienta metodológica en el aprendizaje y la enseñanza de la ingeniería industrial. Revista Educación En Ingeniería, ISSN: 1900-8260 (en línea) 5 (9), 2010, <https://educacioneningeneria.org/index.php/edi/article/view/8/7>. Acceso: 17 septiembre (2019).

Moreira M. (2012). ¿Qué es un aprendizaje significativo? [en línea], google, <https://n9.cl/orv6d>. [17 junio 2020].

Moreno G., Martínez R., Moreno M., Fernández M., Guadalupe S. Acercamiento a las teorías del aprendizaje en la educación superior. Revista de ciencia, ingeniería e innovación, ISSN: 1390-9150, (en línea) 4(1), 2017, <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6756396>. Acceso: 22 agosto (2020).

Muñeton M., Pinzón M., Alarcón L., Oyola C., Universidad de Boyacá. (2013). Estilos y estrategias de aprendizaje relacionados con el logro académico en estudiantes universitarios. Pensamiento Logico, 11(1): 115–129.

Navarro E. El rendimiento académico: concepto, investigación y desarrollo. Revista Iberoamericana Sobre Calidad, Eficacia y Cambio En Educación., ISSN: 1696-4713 (en línea), 1(2), 2003, <http://www.ice.deusto.es/rinace/reice/vol1n2/Edel.pdf>. Acceso: 12 noviembre (2019).

Oblinger, D. (2004). The Next Generation of Educational Engagement. Journal of Interactive Media in Education, (8):1–10.

Ochoa G. Optimización de corte de varillas de acero de construcción. (en línea), 2014 <https://n9.cl/4rur>. Acceso: 1 septiembre (2020).

Ordoñez W., Vivas R., Vivas W., Mayorga J. Estilos de aprendizaje en estudiantes universitarios. Polo Del Conocimiento, ISSN: 2550 - 682X (en línea) 2(6), 2017, <https://doi.org/10.23857/casedelpo.2017.2.6.jun.1103-1117>. Acceso: 9 septiembre (2020).

Ortiz A., Canto P. (2013). Estilos de aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes de ingeniería en México. Revista Estilos de Aprendizaje, 6(11): 41–54.

Pandian, S. (2004). Playful Learning : Robotics and Mechatronics Projects for Innovative Engineering Education. [en línea], google académico,

http://aseegsw.com/past_Proceedings/ASEE-GSW2004-013.pdf. [12 agosto 2020].

Paredes J. (2002). El deporte como juego: un análisis cultural, Tesis doctoral ,Universidad de alicante, p12-124.

Pinzón F.(2004). Investigación De Operaciones, p260.

Porcel E., Dapozo G., López M. Predicción del rendimiento académico de alumnos de primer año de la FACENA (UNNE) en función de su caracterización socioeducativa. Revista Electronica de Investigacion Educativa, ISSN: 1607-4041 (en linea), 12(2), 2010, <https://n9.cl/uk2u>, Acceso: 17 septiembre (2020).

Ramos G., Triana M. (2011). Diagnóstico del proceso enseñanza y su relación con los estilos y estrategias de aprendizaje de los estudiantes del programa de ingeniería industrial de la universidad tecnológica de pereira. Scientia Et Technica, 17(47): 270–275.

Reinert H. (1976). One Picture Is Worth a Thousand Words? Not Necessarily !. Modern Language Journal, 60(4):160–168.

Rodríguez M. La teoría del aprendizaje significativo: una revisión aplicable a la escuela actual. Revista Electrónica Investigación innovació, educativa y socioeducativa, ISSN: 1989-0966 (en linea), 3(1), 2011, <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3634413>. Acceso: 29 mayo (2020).

Rodríguez M. (2011). Metodologías docentes en el eees: de la clase magistral al portafolio. Tendencias Pedagógicas, (17):83–103.

Rodríguez K., Maya M., Jaén J., Universidad de Antioquia. Educación en Ingenierías: de las clases magistrales a la pedagogía del aprendizaje activo. Revista de ingeniería y desarrollo, ISSN: 0122-3461 (en linea), 30(1), 2012, <https://www.redalyc.org/pdf/852/85223369008.pdf>. Acceso: 8 agosto (2020).

Ronquillo R., Villalva G.(2017). Influencia de los juegos en el rendimiento escolar en los estudiantes de educación inicial 2 (4-5 años) de la unidad educativa “adalberto ortíz quiñonez” zona8, distrito8, provincia guayas, cantón guayaquil, parroquia tarqui. propuesta: guía didáctica. Tesis licenciado en educación.

Ruiz C., Castiblanco I., Cruz, L., Pedraza C., Londoño D. Juegos de simulación en la enseñanza de la Ingeniería Industrial: caso de estudio en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Entre Ciencia e Ingeniería, ISSN: 2539-4169 (en linea), 12(23), 2018, <https://doi.org/10.31908/19098367.3702>. Acceso: 12 agosto (2020).

Ruiz B., Trillos J., Morales J. (2006). Estilos de aprendizaje y

rendimiento academico en estudiantes universitarios. 13(11–12), 441–457.

Sánchez R., García A., Sánchez J., Moreno P., Reinoso A. (2005). B-learning y teoría del aprendizaje constructivista en las disciplinas informáticas: un esquema de ejemplo a aplicar. Recent research developments in learning technologies, 1–6.

Sánchez I., Moreira M., Caballero C. Implementación de una propuesta de aprendizaje significativo de la cinemática a través de la resolución de problemas. Revista Chilena de Ingeniería, ISSN: 0718-3305 (en línea), 17(1), 2009, <https://n9.cl/aa14e>. Acceso: 3 septiembre (2020).

Sanz P. (2003). Metodología activa y aprendizaje autónomo con las tic. revista dept. didáctico de las lenguas y las ciencias humanas y sociales, 24(1): 1–20.

Silva A. (2018). Conceptualización de los modelos de estilos de aprendizaje. Revista de Estilos de Aprendizaje, 11(21), 35–67.

Stack S. (2015). Learning Outcomes in an online vs traditional course. International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning, 9(1):1–18.

Taha H. (2012). Investigación de operaciones. Novena edición Pearson educación, Mexico, p824.

Universidad Militar Nueva Granada. (n.d.). Modelos matemáticos. [en línea], google, <https://n9.cl/q86s>. [20 septiembre 2020].

Villa J. Modelación matemática a partir de problemas de enunciados verbales: Un estudio de caso con profesores de matemáticas. Revista Magis, ISSN: 2027-1174 (en línea), 8(16), 2015. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.m8-16.mmpe>. Acceso: 17 agosto (2020).

Yacub B., Patrón G., Agámez, M., Acevedo D. (2018). Estilos de aprendizaje y su relación con repitencia y retraso académico en Ingeniería Biomédica, Electrónica e Industria1. Entre Ciencia e Ingeniería, 12(23): 72–77.

Yajma K., Hayakawa Y., Kashiwaba Y., Takahshi A., Oiguchi S. (2016). Construction of Active Learning Environment by the Student Project. Procedia Computer Science, (96):1489–1496.

ANEXO

Anexo 1. Calificaciones pretest piloto

COMPRENSIÓN		APLICACIÓN		ANÁLISIS		RENDIMIENTO ACADÉMICO	
Parte A	Parte B	Parte A	Parte B	Parte A	Parte B	Parte A	Parte B
5,0	5,0	5,0	5,0	3,34	5,0	4,4	5,0
5,0	5,00	3,34	5,0	1,67	1,67	3,3	3,9
3,34	1,67	0,0	1,67	1,67	3,34	1,7	2,2
3,34	1,67	0,0	1,67	1,67	3,34	1,7	2,2
1,67	3,34	0,0	0,0	0,0	3,34	0,6	2,2
5,0	5,0	5,0	5,0	5	5,0	5,0	5,0
1,67	1,67	3,34	1,67	1,67	0,0	2,2	1,1
3,34	1,67	1,67	1,67	1,67	0,0	2,2	1,1
1,67	1,67	1,67	1,67	0,0	1,67	1,1	1,7
5,0	3,34	1,67	5,0	3,34	3,34	3,3	3,9
3,34	1,67	1,67	3,34	1,67	1,67	2,2	2,2
5,0	3,34	5,0	5,0	5,0	3,34	5,0	3,9
1,67	1,67	0,0	0,0	0,0	5,0	0,6	2,2
1,67	1,67	1,67	0,0	3,34	0,0	2,2	0,6
5	3,34	3,34	5,00	1,67	3,34	3,34	3,89
1,67	1,67	0	1,67	1,67	0	1,11	1,11
3,34	3,34	3,34	1,67	1,67	0	2,8	1,7
3,34	3,34	3,34	5	3,34	3,34	3,3	3,9
5,0	5	5	3,34	5	5	5,0	4,4
1,67	1,67	0	0	1,67	0	1,1	0,6

Anexo 2. Calificaciones posttest piloto

COMPRENSIÓN		APLICACIÓN		ANÁLISIS		RENDIMIENTO ACADÉMICO	
Parte A	Parte B	Parte A	Parte B	Parte A	Parte B	Parte A	Parte B
5,00	3,34	3,34	3,34	5,0	5,0	4,4	3,9
1,67	1,67	1,67	0,0	1,67	5,00	1,67	2,2
3,34	1,67	3,34	1,67	0,00	1,67	2,2	1,67
3,34	1,67	1,67	1,67	0,00	0,00	1,67	1,1
0,0	0,00	0,0	1,67	1,67	1,67	0,6	1,1
3,34	3,34	3,34	1,67	1,67	1,67	2,8	2,2
5,00	5,0	3,34	5,00	1,67	1,67	3,3	3,9
5,00	3,34	3,34	3,34	1,67	5,00	3,3	3,9
1,67	1,7	1,67	5,00	5,00	5,00	2,8	3,9
0,00	0,00	0,00	1,67	1,67	1,67	0,6	1,1
1,67	1,67	1,67	1,67	0,00	0,00	1,1	1,1
1,67	3,34	3,34	1,67	1,67	1,67	2,2	2,2
1,67	1,67	0,0	0,0	0,00	0,00	0,6	0,6
3,34	3,3	5,00	3,34	0,00	0,00	2,8	2,2
5,00	0,00	3,34	5,0	3,34	3,34	3,9	2,8
5,00	5,00	3,34	5,0	1,67	3,34	3,3	4,4
5,00	5,00	3,34	5,0	1,67	3,34	3,3	4,4
3,34	1,67	1,67	1,67	1,67	0,00	2,2	1,1
5	5	3,34	5	3,34	5	3,9	5
1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	0	1,67	1,11

Anexo 3. Resultados experimento grupo de control

CLASE MAGISTRAL												
S	G	NAM	NAP	IMS	PRETEST				POSTEST			
					CO	AN	AP	RA	CO	AN	AP	RA
1	F	BACHILLER	BACHILLER	PUBLICA	1,67	2,50	2,50	2,22	3,33	0,83	0,83	1,67
2	M	NINGUNO	BACHILLER	PUBLICA	0,83	2,50	0,83	1,39	2,50	3,33	0,00	1,94
3	F	PROFESIONAL	PROFESIONAL	PUBLICA	1,67	2,50	2,50	2,22	2,50	4,17	0,83	2,50
4	F	TECNOLOGO	BACHILLER	PRIVADA	0,83	0,83	1,67	1,11	0,83	2,50	0,83	1,39
5	F	BACHILLER	PROFESIONAL	PUBLICA	1,67	3,33	2,50	2,50	1,67	1,67	3,33	2,22
6	F	NINGUNO	BACHILLER	PUBLICA	1,67	1,67	1,67	1,67	4,17	2,50	1,67	2,50
7	M	PROFESIONAL	BACHILLER	PRIVADA	1,67	2,50	3,33	2,50	5,00	2,50	2,50	3,33
8	M	PROFESIONAL	PROFESIONAL	PRIVADA	0,83	3,33	0,00	1,39	1,67	1,67	1,67	1,67
9	M	NINGUNO	BACHILLER	PUBLICA	3,33	3,33	2,50	3,06	3,33	4,17	4,17	3,89
10	F	PROFESIONAL	PROFESIONAL	PRIVADA	3,33	3,33	5,00	3,89	2,50	3,33	1,67	2,50
11	F	BACHILLER	BACHILLER	PUBLICA	2,50	1,67	1,67	1,94	4,17	2,50	3,33	3,33
12	M	BACHILLER	BACHILLER	PUBLICA	1,67	2,50	0,00	1,39	2,50	2,50	0,00	1,67
13	F	BACHILLER	TECNICO	PUBLICA	5,00	1,67	3,33	3,33	2,50	0,83	0,00	1,11

14	F	BACHILLER	BACHILLER	PUBLICA	2,50	2,50	3,33	2,78	3,33	3,33	0,00	2,22
15	F	PROFESIONAL	TECNICO	PRIVADA	0,00	1,67	0,00	0,56	4,17	3,33	1,67	3,06
16	M	PRIMARIA	BACHILLERATO	PUBLICA	4,17	1,67	4,17	3,33	1,67	4,17	0,83	2,50
17	M	BACHILLER	BACHILLER	PUBLICA	0,83	1,67	0,00	0,83	2,50	2,50	0,83	2,22
18	F	TECNOLOGO	PROFESIONAL	PUBLICA	0,83	0,00	1,67	0,83	4,17	3,33	0,83	2,78
19	M	BACHILLER	BACHILLER	PUBLICA	0,00	0,00	1,67	0,56	1,67	2,50	0,83	1,67

Anexo 4. Resultados experimento grupo experimental.

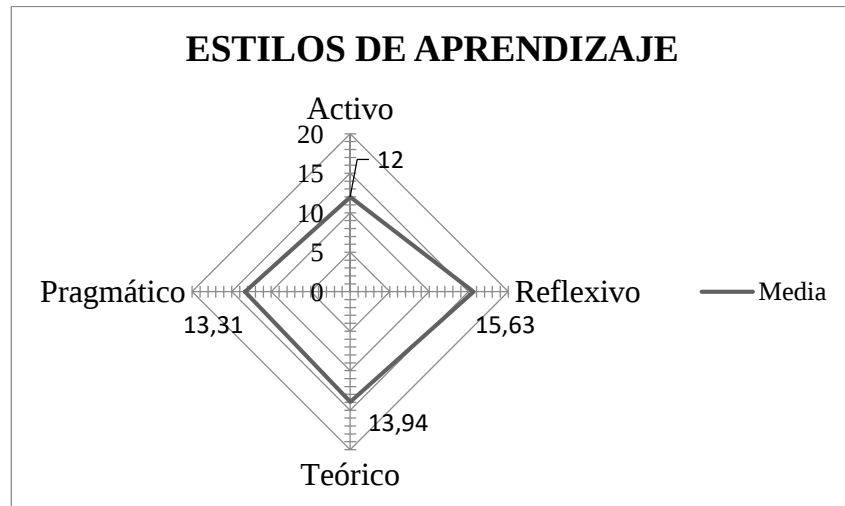
CLASE MAGISTRAL + JUEGO DIDACTICO												
S	G	NAM	NAP	IMS	PRETEST				POSTEST			
					CO	AN	AP	RA	CO	AN	AP	RA
1	M	BACHILLER	BACHILLER	PUBLICA	0,83	3,33	1,67	1,94	0,83	3,33	0,00	1,39
2	M	BACHILLER	BACHILLER	PUBLICA	4,17	0,83	3,33	2,78	3,33	1,67	0,83	1,94
3	F	BACHILLER	PROFESIONAL	PUBLICA	2,50	2,50	3,33	2,78	4,17	1,67	1,67	2,50
4	F	BACHILLER	BACHILLER	PUBLICA	1,67	2,50	3,33	1,94	1,67	1,67	0,00	1,11
5	F	PROFESIONAL	TECNOLOGO	PRIVADA	0,83	1,67	5,00	2,50	0,83	1,67	0,00	0,83
6	F	PROFESIONAL	PROFESIONAL	PRIVADA	1,67	3,33	3,33	2,78	4,17	2,50	3,33	3,33
7	F	TECNOLOGO	PRIMARIA	PRIVADA	1,67	0,83	0,00	0,83	0,83	2,50	0,00	1,11
8	F	TECNICO	PROFESIONAL	PRIVADA	1,67	2,50	0,83	1,67	2,50	0,83	0,00	1,11
9	M	TECNOLOGO	PROFESIONAL	PUBLICA	3,33	2,50	3,33	2,50	2,50	0,83	1,67	1,67
10	M	PRIMARIA	PRIMARIA	PUBLICA	0,83	1,67	3,33	1,94	2,50	3,33	1,67	2,50
11	M	BACHILLER	TECNICO	PUBLICA	3,33	2,50	2,50	2,50	3,33	2,50	0,83	2,22
12	M	BACHILLER	BACHILLER	PUBLICA	1,67	2,50	3,33	2,50	3,33	3,33	2,50	3,06
13	F	TECNICO	BACHILLER	PUBLICA	4,17	2,50	1,67	2,78	5,00	3,33	1,67	3,33
14	F	TECNICO	TECNICO	PRIVADA	3,33	2,50	3,33	3,06	3,33	3,33	0,83	2,50
15	F	BACHILLER	BACHILLER	PUBLICA	0,83	2,50	4,17	2,50	2,50	3,33	1,67	2,50
16	F	TECNOLOGO	TECNOLOGO	PUBLICA	1,67	1,67	0,83	1,39	2,50	1,67	0,83	1,67
17	F	BACHILLER	BACHILLER	PUBLICA	2,50	1,67	1,67	1,39	3,33	0,83	0,83	1,67
18	F	PROFESIONAL	TECNICO	PUBLICA	3,33	3,33	4,17	3,61	2,50	5,00	2,50	3,33
19	M	TECNICO	BACHILLER	PUBLICA	1,67	1,67	4,17	2,50	1,67	4,17	0,83	2,22

Anexo 5. Resultados estilos de aprendizaje de los sujetos experimentales

1	ACTIVO	REFLEXIVO	TEORICO	PRAGMATICO
2	12	14	17	15
3	11	15	12	15
4	9	19	14	12
5	14	16	15	15
6	14	13	13	10
7	16	7	9	17
8	14	13	15	15

9	9	15	16	14
10	3	16	16	11
11	16	14	18	17
12	14	16	16	9
13	14	18	14	18
14	4	19	16	15
15	14	18	14	14
16	11	15	8	15
17	13	12	6	7
18	12	15	14	10
19	8	15	12	11
20	18	20	20	20
21	15	14	14	16
22	16	13	10	13
23	9	18	16	8
24	13	14	14	14
25	11	19	19	15
26	11	18	13	17
27	15	18	15	14
28	10	17	15	13
29	15	18	15	15
30	12	16	15	15
31	14	17	18	19
32	12	17	14	16
33	13	19	16	15
34	9	18	12	12
35	14	14	6	6
36	7	11	12	3
37	10	17	18	15
38	14	18	14	14
39	10	8	9	6

Anexo 6. Perfil general de estilos de aprendizaje de los sujetos.



Anexo 7. Supuesto de normalidad.

Prueba de normalidad de Kolmogorov- Smirnov

	<i>Normal</i>
DMAS	0,0786719
DMENOS	0,195122
DN	0,195122
Valor-P	0,110773

Anexo 8. Supuesto de homocedasticidad para tipo de institución de educación media del sujeto.

	Prueba	Valor-P
Levene's	0,434065	0,514193

Anexo 9. Supuesto de homocedasticidad para nivel académico de la madre de los sujetos.

	Prueba	Valor-P
Levene's	0,959874	0,456762

Anexo 10. Supuesto de independencia anova competencia Aplicación.

(1) Corridas arriba o debajo de la mediana

Mediana = 0,134403

Número de corridas arriba o debajo de la mediana = 16

Número esperado de corridas = 20,0

Estadístico z para muestras grandes = 1,51121

Valor-P = 0,249644

(2) Corridas arriba y abajo

Número de corridas arriba y abajo = 20

Número esperado de corridas = 25,0

Estadístico z para muestras grandes = 1,77417

Valor-P = 0,0760352

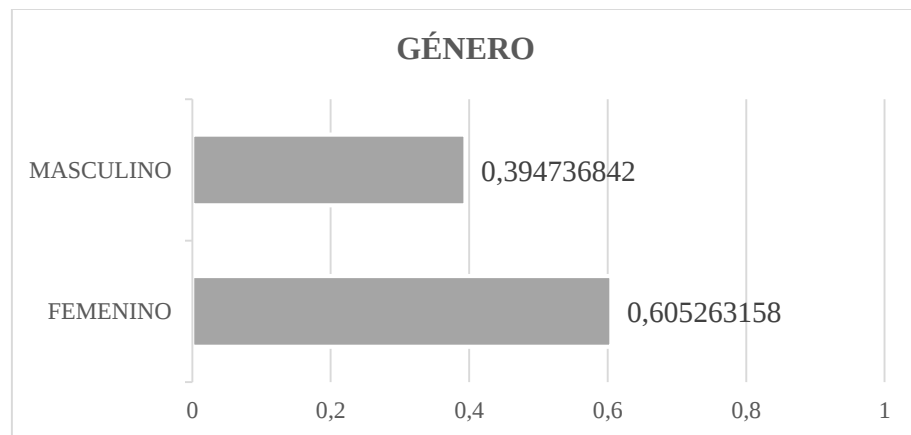
(3) Prueba Box-Pierce

Prueba basada en las primeras 12 autocorrelaciones

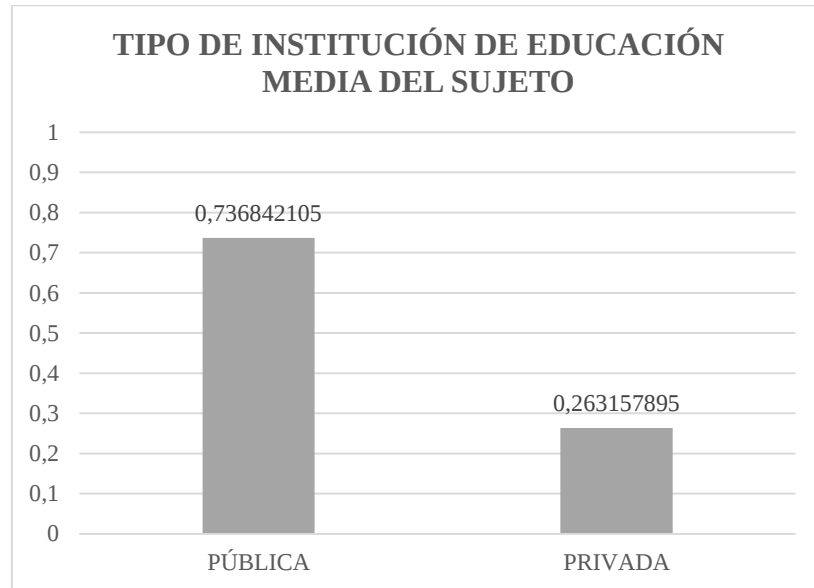
Estadístico de prueba para muestras grandes = 5,67865

Valor-P = 0,931488

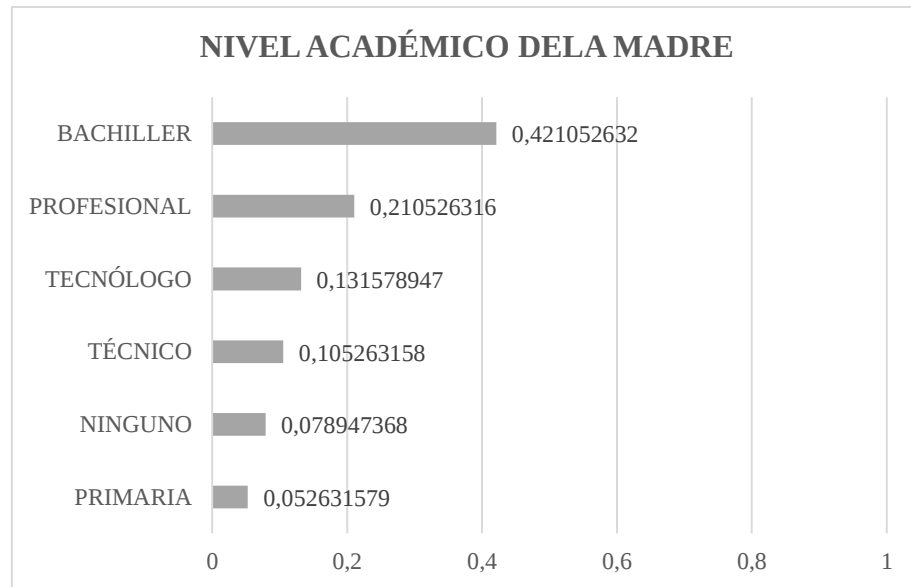
Anexo 11. Genero sujetos experimentales



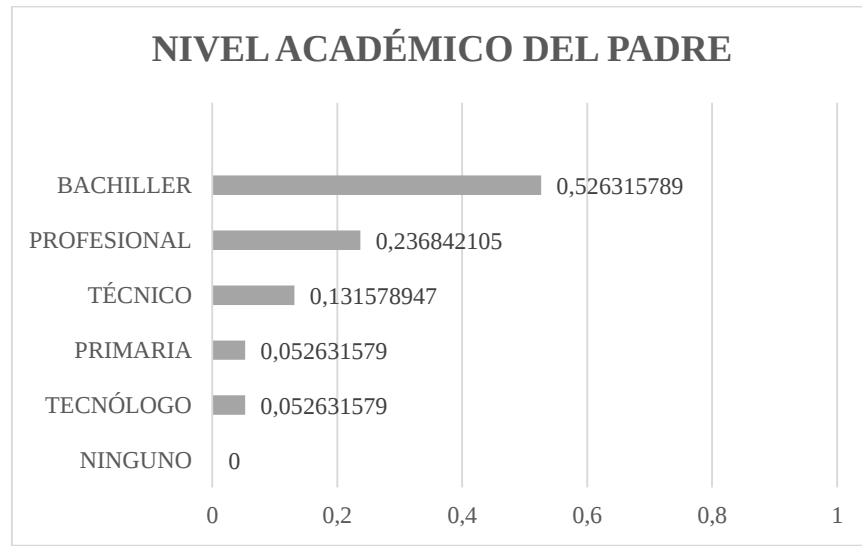
Anexo 12. Tipo de institución de educación media de los sujetos experimentales



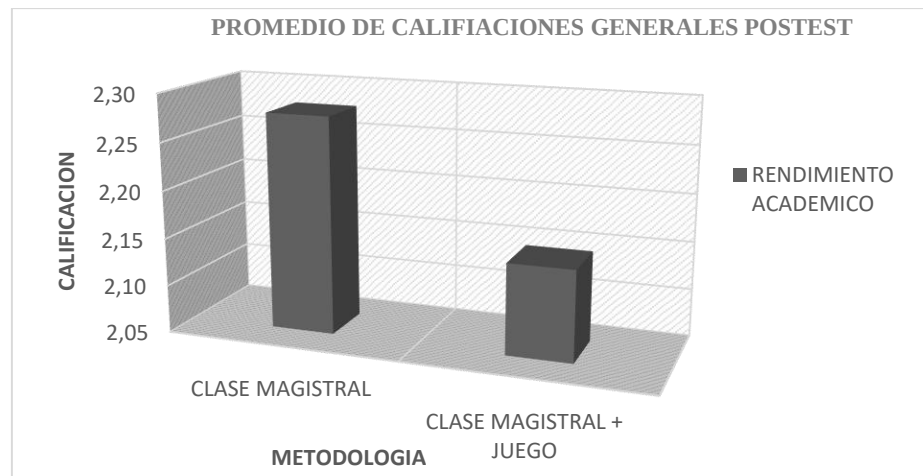
Anexo 13. Nivel académico de la madre de los sujetos experimentales



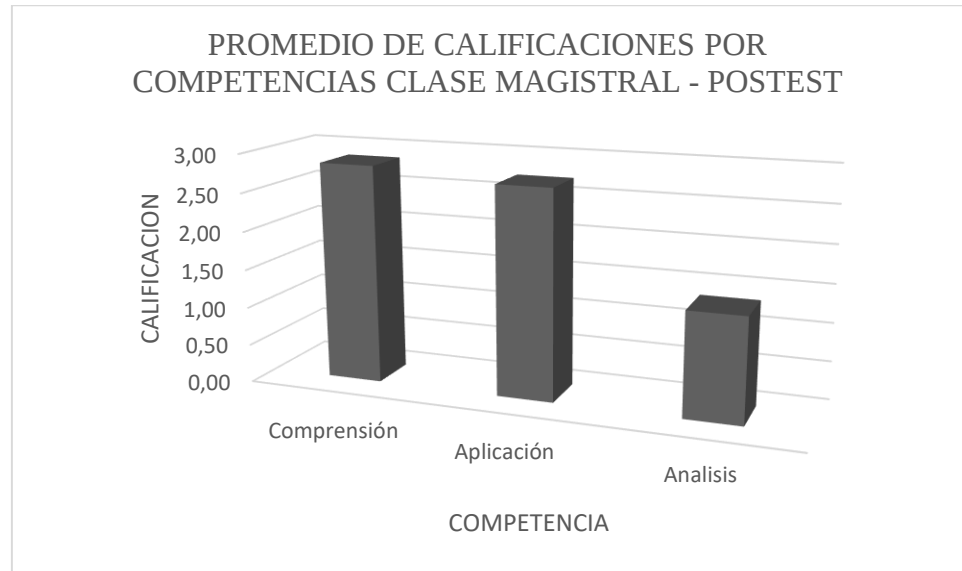
Anexo 14. Nivel académico del padre de los sujetos experimentales



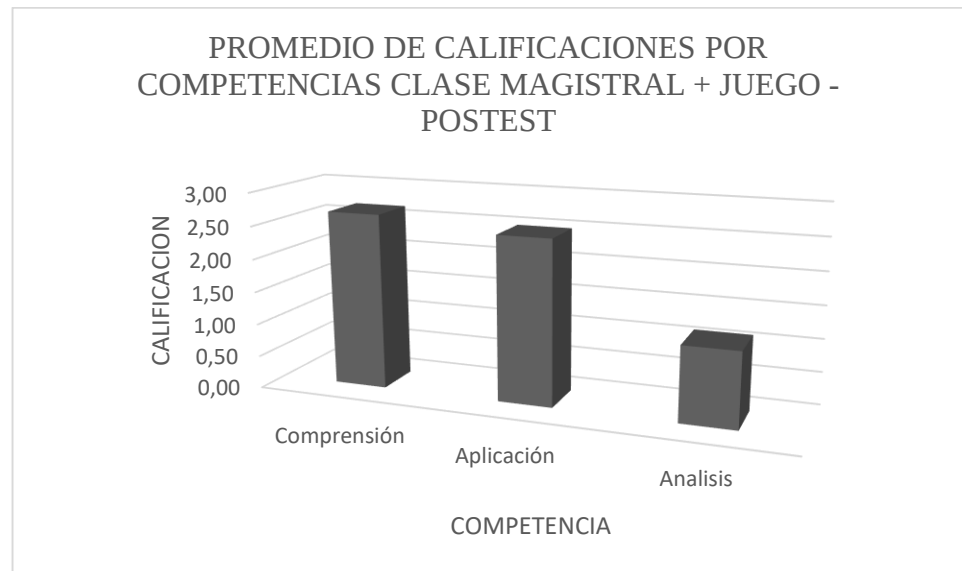
Anexo 15. Promedio de calificaciones generales posttest.



Anexo 16. Promedio de calificaciones por competencias de los sujetos experimentales clase magistral.



Anexo 17. Promedio de calificaciones por competencias de los sujetos experimentales clase magistral + juego



ANEXO 18. Pretest.

Estas preguntas, se desarrollan en torno a una idea o a un problema y constan de un enunciado y cinco opciones de respuesta. Escoger entre las opciones a, b, c, d, e marcando con una **X** en la hoja de respuesta la que se considera correcta.

PARTE A

COMPRENSIÓN

1. Para el desarrollo de un modelo matemático se debe empezar por identificar de manera correcta las variables (incógnitas que determinan la cantidad de algo en sus unidades de medida correspondientes gr, t, L, lb, kg) y parámetros (valores conocidos del problema). De acuerdo a esto, las variables y parámetros se definen respectivamente a partir de:

- a) El valor de sus costos y sus utilidades.
- b) La función objetivo.
- c) Las restricciones
- d) La actividad definida en cada problema (**producir, fabricar, mezclar etc.**) relacionada a algún recurso (**materias primas, productos, etc.**) que se quiere medir para dicha actividad y los valores asociados a ellos.
- e) Los valores asociados a los elementos del problema (**precio, costo, utilidades, tiempo**).

2. La función objetivo es una función matemática que mide que tan buena es la solución y lo que se va a optimizar (maximizar un beneficio o minimizar un costo). De Esta manera, para formar una función objetivo se debe tener en cuenta la relación entre:
- a) Los parámetros y los costos.
 - b) Las variables y los parámetros.
 - c) Cantidad de materia prima y las variables.
 - d) Los parámetros y la cantidad de productos.
 - e) Ninguna de las anteriores.
3. Cuando hablamos de las restricciones de un problema de modelación matemática, nos referimos a la relación entre las variables de decisión y los recursos disponibles, limitando los valores que pueden tomar las variables de decisión. La empresa MOMA planteó un modelo en donde sus variables se definían por la cantidad de camas y arcos de ventana que debían fabricar. Para fabricar las camas hay máximo 2000 toneladas de madera y para fabricar los arcos de madera hay máximo 2500 toneladas de hierro. Teniendo en cuenta la información anterior, se puede decir que:
- a) La cantidad de camas y aros de ventana a fabricar no se ve limitada por ningún recurso.
 - b) La cantidad de camas y aros de ventana a fabricar se ve limitada al poder utilizar 2000 o menos toneladas de madera y 2500 o menos toneladas de hierro respectivamente.

- c) La cantidad de camas y aros de ventana a fabricar se ve limitada por las variables del problema.
- d) La cantidad de camas y aros de ventana a fabricar se ve limitada al solo poder utilizar 4500 toneladas de recursos para las mismas.
- e) La cantidad de camas y aros de ventana a fabricar se ve limitada al solo poder fabricar 2000 arcos de ventana y 2500 camas.

APLICACIÓN

4. Edda tiene un criadero de cerdos, los cuales alimenta con dos tipos de alimentos que a su vez están compuestos por tres tipos de nutrientes. Edda sabe que el alimento que debe darle a los cerdos debe contener una proporción adecuada de cada nutriente.

En la siguiente tabla, se muestra información relacionada con la proporción de nutrientes V, P1 y P2 que contiene una unidad de maíz y una unidad de sorgo.

	Maíz	Sorgo	Proporción requerida
	(Unidades)	(Unidades)	
Nutriente V	40	30	30 mínimo
Nutriente P1	22	52	47 mínimo
Nutriente P2	38	28	60 máximo
Costo	\$ 7	\$ 9	

Al observar la tabla podemos definir las variables de decisión como:

- a) Cantidad de maíz diario a consumir
Cantidad de sorgo diario a consumir
- b) Cantidad de requerimiento diario a consumir.
- c) cantidad de nutriente v diario a consumir.
Cantidad de nutriente P1 diario a consumir.
Cantidad de nutriente P3 diario a consumir.
- d) Cantidad de maíz diario a consumir
Cantidad de sorgo diario a consumir
Cantidad de nutriente v diario a consumir.
Cantidad de nutriente P1 diario a consumir.
Cantidad de nutriente P3 diario a consumir.
- e) Cantidad de maíz diario a consumir
Cantidad de sorgo diario a consumir
Cantidad de requerimiento diario a consumir.

5. Teniendo en cuenta el problema anterior cuál de las siguientes opciones corresponde a los espacios entre paréntesis respectivamente.

función objetivo	Z(min)	()7	+	()9
------------------	--------	------	---	------

- a) X y 7
- b) 97 y 129
- c) X y Y
- d) 217
- e) Y y 16

6. Cuál de las siguientes opciones describe las restricciones del problema anterior:

a)

30X	+	30Y	>=	70
47X	+	47Y	>=	74
60X	+	60Y	<=	66

b)

40X	+	30Y	<=	30
22X	+	52Y	<=	47
38X	+	28Y	>=	60

c)

40	+	30	<=	30
22	+	52	<=	52
38	+	28	>=	28

d)

40X	+	30Y	>=	30
22X	+	52Y	>=	47
38X	+	28Y	<=	60

e)

30X	+	30Y	<=	70
47X	+	47Y	<=	74
60X	+	60Y	>=	66

ANÁLISIS

7. La empresa DELICIAS S.A. está trabajando en la fabricación de un nuevo yogurt. Para su fabricación se utilizan 3 tipos de materias primas (Figura 1). La empresa utilizó 0,5 litros de cada materia prima, por lo que el yogurt resultante contiene cierto % de cada componente (Figura 2).

	VITAMINA	PROTEINA	GRASA
MP1	50%	13%	7%
MP2	30%	5%	20%
MP3	7%	10%	40%
Tabla 1			

Componente de materia prima	%
VITAMINA	0,12
PROTEINA	0,09
GRASA	0,10
Tabla 2	

De la informaron contenida en la tabla 2 podemos afirmar que:

- La información contenida en la tabla es incorrecta, porque los % no concuerdan con la suma de los totales de los componentes de cada materia prima multiplicados por la cantidad de MP utilizada.
- La información contenida en la tabla es correcta, porque los resultados no fueron multiplicados por la cantidad de materia prima utilizada.
- Los porcentajes de cada componente no son correctos, ya que el yogurt necesita de otro tipo de nutriente para fabricarse.
- La información contenida en la tabla es correcta, porque cumple con las reglas nutricionales al tener la vitamina mayor porcentaje que los demás componentes.
- La información contenida en la tabla es incorrecta, porque los % no corresponden con la suma del producto de la cantidad del

respectivo componente de cada materia. prima por la cantidad añadida de esta, sobre el total de MP utilizada.

8. El dueño de una empresa de pintura contrata a un experto externo para que le diseñe un modelo el cual le ayude a optimizar su beneficio a partir de la venta de una pintura la cual es una mezcla de 3 pinturas más. Cuando el experto le presenta el modelo al dueño, este a su vez se lo muestra al ingeniero de turno, el cual le dice que todo está bien, pero que le faltan algunas restricciones, las cuales son:

$$X1 \geq 0$$

$$X2 \geq 0$$

$$X3 \geq 0$$

De la información anterior podemos inferir que:

- a) El ingeniero se ha equivocado, porque las restricciones no están condicionadas a un valor.
- b) El ingeniero se equivocó, porque las variables pueden tomar valores menores a 0.
- c) El ingeniero está en lo correcto, porque estas restricciones son las que limitan a las variables a tomar solamente valores mayores o iguales a cero, ya que sería absurdo utilizar una cantidad negativa de pinturas.
- d) El modelo que presentó el experto estuvo correcto desde el principio.

e) El ingeniero está en lo correcto, porque estas restricciones son las que no restringen las variables a tomar valores mayores o iguales a cero, ya que sería absurdo fabricar una cantidad negativa de pinturas.

9. CLEAN S.A.S. utiliza las materias primas 1 y 2 para fabricar antibacterial y jabón líquido. Las disponibilidades diarias de las materias primas 1 y 2 son de 150 y 145 unidades, respectivamente. Una unidad de antibacterial consume 0.5 unidades de la materia prima 1, y 0.6 unidades de la materia prima 2, en tanto que una unidad del jabón líquido consume 0.5 unidades de la materia prima 1, y 0.4 unidades de la materia prima 2. Las utilidades por unidad de los productos son de \$8 y \$10, respectivamente.

Si te dicen que resuelvas el mismo problema, pero ahora con cierto aumento en las utilidades por unidad de los productos, ¿qué pasaría con las cantidades de producción óptimas del antibacterial y el jabón líquido?

- a) Aumentan, porque el Z óptimo aumenta
- b) Disminuyen, porque el Z óptimo aumenta
- c) Las cantidades de antibacterial aumentan y las de jabón líquido disminuyen, porque el Z óptimo no cambia
- d) Ni aumentan ni disminuyen, porque es el Z óptimo el que probablemente aumente o disminuya.
- e) Las cantidades de antibacterial disminuyen y las de jabón líquido aumentan, porque el Z óptimo cambia.

PARTE B

COMPRENSIÓN

10. Las variables son incógnitas que determinan una cantidad de algo; los parámetros son valores que podemos controlar. Identificar ambos es uno de los pasos principales para formar la estructura de un modelo matemático. A partir de cuál de las siguientes opciones **NO** se definen dichas variables y parámetros:

- a) A partir de la actividad definida en cada problema relacionada a la cantidad de algún recurso para dicha actividad y los valores asociados a ellos.
- b) A partir de los recursos que se quieren medir y los valores asociados a ellos.
- c) A partir de los costos o las utilidades que se quieren medir y un valor asociado a ellos que pueda controlar.
- d) A partir de la cantidad de materia prima, tiempo, etc. Que debo producir, utilizar etc. Para lograr un objetivo de eficiencia y los valores asociados a ellos.
- e) A partir de la cantidad que quiera determinar de X-algo y los valores controlables asociados a dicho X-algo.

11. Cuando planteamos un modelo matemático su objetivo siempre es optimizar una medida de eficiencia ya sea minimizándola o maximizándola. Teniendo esto en cuenta podemos afirmar que:

- a) La función objetivo es una función matemática que se obtiene de la relación entre las variables con las restricciones.
- b) La función objetivo es una función matemática que se obtiene de la relación entre las variables lineales con las no lineales
- c) La función objetivo es una función matemática que se obtiene de la relación entre los parámetros y los productos.
- d) La función objetivo es una función matemática que se obtiene de la relación entre los parámetros con los costos o utilidades.
- e) La función objetivo es una función matemática que se obtiene de la relación entre los parámetros con las variables.

12. Indique cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera:

- a) En la modelación matemática las restricciones se establecen a partir de la relación entre las variables y los parámetros.
- b) En la modelación matemática las restricciones se establecen a partir de la relación entre las variables y los recursos disponibles, limitando los valores que pueden tomar dichas variables.

- c) En la modelación matemática las restricciones se establecen a partir de la relación entre las variables y la función objetivo.
- d) En la modelación matemática las restricciones se establecen a partir de la relación entre las variables y las restricciones no negativas.
- e) En la modelación matemática las restricciones se establecen a partir de las variables, las cuales no tienen límites en los valores que puedan tomar.

APLICACIÓN

13. Noah tiene un sembrado de papas. Para evitar las plagas, decide fabricar un plaguicida que al mismo tiempo le genere el mayor beneficio posible, ya que planea comercializarlo. Gracias a sus conocimientos de ingeniería agronómica, Noah determinó que el plaguicida debe constar de tres tipos de soluciones que a su vez están compuestas de tres tipos de ácido.

	Acido X (%)	Acido Y (%)	Acido Z (%)	utilidad
solución 1	40%	34%	30%	\$ 7
solución 2	22%	30%	52%	\$ 6
solución 3	35%	18%	47%	\$ 9
Requerimiento	27 % mínimo	35 % mínimo	17 % máximo	

Al observar la tabla podemos definir las variables de decisión como:

a) Cantidad de ácido X a utilizar para el plaguicida.

Cantidad de Acido Y a utilizar para el plaguicida.

Cantidad de Acido Z a utilizar para el plaguicida.

b) Cantidad de ácidos a utilizar para el plaguicida.

c) Cantidad de soluciones y ácidos a utilizar para el plaguicida.

d) Cantidad de solución 1 a utilizar para el plaguicida.

Cantidad de solución 2 a utilizar para el plaguicida.

Cantidad de solución 3 a utilizar para el plaguicida.

e) Cantidad de dinero a utilizar para el plaguicida.

14. Teniendo en cuenta el problema anterior cuál de las siguientes opciones corresponde a los espacios entre paréntesis respectivamente:

función objetivo	Z(max)	()7	+	()6	+	()9
------------------	--------	------	---	------	---	------

a) X_1 , X_2 y X_3

b) X

c) 97%, 82% y 129%

d) 22%

e) Y

15.Cuál de las siguientes opciones describe mejor las restricciones del problema anterior:

a)

40% X_1	22% X_2	35% X_3	$\leq$	27%
34% X_1	30% X_2	18% X_3	$\geq$	35%
30% X_1	52% X_2	47% X_3	$\geq$	17%

b)

40% X_1	22% X_2	35% X_3	$\geq$	27%
34% X_1	30% X_2	18% X_3	$\geq$	35%
30% X_1	52% X_2	47% X_3	$\leq$	17%
X_1			$\geq$	0
X_2			$\geq$	0
X_3			$\geq$	0

c)

40% X_1	22% X_2	35% X_3	$\geq$	27%
34% X_1	30% X_2	18% X_3	$\geq$	35%
30% X_1	52% X_2	47% X_3	$\leq$	17%

d)

40% X_1	22% X_2	35% X_3	$\geq$	27%
34% X_1	30% X_2	18% X_3	$\geq$	35%
30% X_1	52% X_2	47% X_3	$\leq$	17%
X_1			$\leq$	0
X_2			$\leq$	0
X_3			$\leq$	0

e)

27% X_1	+	35% X_2	+	17% X_3	$\geq$	7
35% X_2	+	27% X_1	+	17% X_3	$\geq$	6
17% X_3	+	35% X_2	+	27% X_1	$\leq$	9

ANÁLISIS

16. La empresa HEALTHY FOOD está trabajando en la fabricación de un nuevo yogurt. Para su fabricación se utilizan 3 tipos de materias primas (tabla 1). la empresa necesita 0,5 litros de cada materia prima por lo tanto necesitara cierto % de cada componente de materia prima (tabla 2).

	VITAMINA	PROTEINA	GRASA
MP1	50%	13%	7%
MP2	30%	5%	20%
MP3	7%	10%	40%

Tabla 1

Componente de materia prima	%
VITAMINA	0,29
PROTEINA	0,09
GRASA	0,22

Tabla 2

De la informaron contenida en la tabla 2 podemos inferir que:

- La información contenida en la tabla es correcta, porque los resultados no fueron multiplicados por la cantidad de materia prima utilizada.
- La información contenida en la tabla es correcta, porque los % corresponden a la suma del producto de la cantidad del respectivo componente de cada materia prima por la cantidad requerida de esta, sobre el total de MP utilizadas.
- La información contenida en la tabla es correcta, porque los % no concuerdan con la suma de los totales de los componentes de cada materia prima multiplicados por la cantidad de MP utilizada.
- Los porcentajes de cada componente no son correctos, ya que el yogurt necesita de otro tipo de nutriente para fabricarse.

- e) La información contenida en la tabla es incorrecta, porque no cumple con las reglas nutricionales al tener la vitamina mayor porcentaje que los demás componentes.

17. La empresa de maquillaje COLORES S.A. contrata a un experto externo para que le plantee un modelo el cual le ayude a optimizar su beneficio a partir de la venta una nueva paleta de sombras, la cual es una mezcla de 3 paletas más, cuando el experto le presenta el modelo al dueño, este a su vez se lo muestra al ingeniero de turno el cual le dice que todo está bien pero que le las últimas tres restricciones están mal:

$$X1 \geq 0$$

$$X2 \geq 0$$

$$X3 \geq 0$$

De la información anterior podemos inferir que:

- a) El ingeniero se equivocó, porque estas restricciones no son las que restringen las variables a tomar valores mayores o iguales a cero ya que sería absurdo fabricar una cantidad negativa de paletas.
- b) El ingeniero se equivocó, porque las restricciones no están condicionadas a un valor.
- c) El ingeniero estuvo correcto desde el principio.
- d) El experto se equivocó, porque las variables pueden tomar valores menores a 0.

- e) El experto está en lo correcto, porque estas restricciones son las que limitan las variables a tomar valores mayores o iguales a cero ya que sería absurdo fabricar una cantidad negativa de paletas.

18. CLEAN S.A.S. utiliza las materias primas 1 y 2 para fabricar antibacterial y jabón líquido. Las disponibilidades diarias de las materias primas 1 y 2 son de 150 y 145 unidades, respectivamente. Una unidad de solución A consume .5 unidades de la materia prima 1, y 0.6 unidades de la materia prima 2, en tanto que una unidad de la solución B consume 0.5 unidades de la materia prima 1, y .4 unidades de la materia prima 2. Las utilidades por unidad de los productos son de \$8 y \$10, respectivamente.

Si te dicen que resuelvas el mismo problema, pero ahora con cierta disminución en las utilidades por unidad de los productos, ¿qué pasaría con las cantidades de producción óptimas del antibacterial y el jabón líquido?:

- a) Las cantidades óptimas disminuyan, porque el resultado de la función objetivo cambia.
- b) Las cantidades óptimas aumentan, porque el resultado de la función objetivo no cambia.
- c) Las cantidades no cambian, porque es el resultado de la función objetivo el que cambia.
- d) Simplemente disminuyen en proporción a las utilidades.
- e) Simplemente aumentan en tanto las utilidades disminuyen.

Anexo 19. Postest

Estas preguntas, se desarrollan en torno a una idea o a un problema y constan de un enunciado y cinco opciones de respuesta. Escoger entre las opciones a, b, c, d, e marcando con una **X** en la hoja de respuesta la que se considera correcta.

PARTE A

COMPRENSIÓN

1. Cuando hablamos de las restricciones de un problema de modelación matemática, nos referimos a la relación entre las variables de decisión y los recursos disponibles, limitando los valores que pueden tomar las variables de decisión. La empresa MOMA planteó un modelo en donde sus variables se definían por la cantidad de camas y arcos de ventana que debían fabricar. Para fabricar las camas hay máximo 2000 toneladas de madera y para fabricar los arcos de ventana hay máximo 2500 toneladas de hierro.

Teniendo en cuenta la información anterior, se puede decir que:

- a) La cantidad de camas y aros de ventana a fabricar no se ve limitada por ningún recurso.
- b) La cantidad de camas y aros de ventana a fabricar se ve limitada al poder utilizar 2000 o menos toneladas de madera y 2500 o menos toneladas de hierro respectivamente.

- c) La cantidad de camas y aros de ventana a fabricar se ve limitada por las variables del problema.
 - d) La cantidad de camas y aros de ventana a fabricar se ve limitada al solo poder utilizar 4500 toneladas de recursos para las mismas.
 - e) La cantidad de camas y aros de ventana a fabricar se ve limitada al solo poder fabricar 2000 arcos de ventana y 2500 camas.
2. Para el desarrollo de un modelo matemático se debe empezar por identificar de manera correcta las variables (incógnitas que determinan la cantidad de algo en sus unidades de medida correspondientes gr, t, L, lb, kg) y parámetros (valores conocidos del problema). De acuerdo a esto, las variables y parámetros se definen respectivamente a partir de:
- a) El valor de sus costos y sus utilidades.
 - b) La función objetivo.
 - c) Las restricciones
 - d) La actividad definida en cada problema (**producir, fabricar, mezclar etc.**) relacionada a algún recurso (**materias primas, productos, etc.**) que se quiere medir para dicha actividad y los valores asociados a ellos.
 - e) Los valores asociados a los elementos del problema (**precio, costo, utilidades, tiempo**).

3. La función objetivo es una función matemática que mide que tan buena es la solución y lo que se va a optimizar (maximizar un beneficio o minimizar un costo). De Esta manera, para formar una función objetivo se debe tener en cuenta la relación entre:
- a) Los parámetros y los costos.
 - b) Las variables y los parámetros.
 - c) Cantidad de materia prima y las variables.
 - d) Los parámetros y la cantidad de productos.
 - e) Ninguna de las anteriores.

APLICACIÓN

4. Noah tiene un sembrado de papas. Para evitar las plagas, decide fabricar un plaguicida que al mismo tiempo le genere el mayor beneficio posible, ya que planea comercializarlo. Gracias a sus conocimientos de ingeniería agronómica, Noah determinó que el plaguicida debe constar de tres tipos de soluciones que a su vez están compuestas de tres tipos de ácido.

	Acido X (%)	Acido Y (%)	Acido Z (%)	utilidad
solución 1	40%	34%	30%	\$ 7
solución 2	22%	30%	52%	\$ 6
solución 3	35%	18%	47%	\$ 9
Requerimiento	27 % mínimo	35 % mínimo	17 % máximo	

Al observar la tabla podemos definir las variables de decisión como:

- a) Cantidad de dinero a utilizar para el plaguicida.

b) Cantidad de solución 1 a utilizar para el plaguicida.

Cantidad de solución 2 a utilizar para el plaguicida.

Cantidad de solución 3 a utilizar para el plaguicida.

c) Cantidad de ácidos a utilizar para el plaguicida.

d) Cantidad de soluciones y ácidos a utilizar para el plaguicida.

e) Cantidad de ácido X a utilizar para el plaguicida.

Cantidad de Acido Y a utilizar para el plaguicida.

Cantidad de Acido Z a utilizar para el plaguicida.

5. Cuál de las siguientes opciones describe mejor las restricciones del problema anterior:

a)

40% X_1	22% X_2	35% X_3	$\leq$	27%
34% X_1	30% X_2	18% X_3	$\geq$	35%
30% X_1	52% X_2	47% X_3	$\geq$	17%

b)

40% X_1	22% X_2	35% X_3	$\geq$	27%
34% X_1	30% X_2	18% X_3	$\geq$	35%
30% X_1	52% X_2	47% X_3	$\leq$	17%
X_1			$\geq$	0
X_2			$\geq$	0
X_3			$\geq$	0

c)

40% X_1	22% X_2	35% X_3	$\geq$	27%
34% X_1	30% X_2	18% X_3	$\geq$	35%
30% X_1	52% X_2	47% X_3	$\leq$	17%

d)

40% X_1	22% X_2	35% X_3	$\geq$	27%
34% X_1	30% X_2	18% X_3	$\geq$	35%
30% X_1	52% X_2	47% X_3	$\leq$	17%
X_1			$\leq$	0
X_2			$\leq$	0
X_3			$\leq$	0

e)

27% X_1	+	35% X_2	+	17% X_3	$\geq$	7
35% X_2	+	27% X_1	+	17% X_3	$\geq$	6
17% X_3	+	35% X_2	+	27% X_1	$\leq$	9

6. Teniendo en cuenta el problema anterior cuál de las siguientes opciones corresponde a los espacios entre paréntesis respectivamente:

función objetivo	Z(max)	()7	+	()6	+	()9
------------------	--------	------	---	------	---	------

- a) X
- b) 97%, 82% y 129%
- c) X_1 , X_2 y X_3
- d) 22%
- e) Y

ANÁLISIS

7. Un atleta consume diariamente un mínimo de 800 lb de un alimento especial, La cantidad de quinua y soya utilizada en la mezcla debe ser tal que la proporción de proteína en la misma sea mayor o igual al 40% y la de fibra sea menor o igual 20%. Las necesidades dietéticas del alimento especial las expresan de la siguiente manera:

$0,02 X_1$	+	$0,6 X_2$	$\geq$	$0,4(X_1 + X_2)$
$0,9 X_1$	+	$0,06 X_2$	$\leq$	$0,2(X_1 + X_2)$

Podemos inferir que el significado de la restricción es el siguiente:

- a) La cantidad de proteína contenida en X_1 libras quinua y en X_2 libras de soya, debe ser máximo 40% de la mezcla de alimentos total al igual que la fibra cuya cantidad debe ser mínimo 20% de la mezcla de alimentos total.
- b) La cantidad de quinua contenida en X_1 libras proteína y en X_2 libras de fibra, debe ser al menos igual al 40% de la mezcla de alimentos total al igual que la soya cuya cantidad debe ser máximo 20% de la mezcla de alimentos total.

- c) La cantidad de quinua contenida en X_1 libras proteína y en X_2 libras de fibra, debe ser máximo al 40% de la mezcla de alimentos total al igual que la soya cuya cantidad debe ser mínimo 20% de la mezcla de alimentos total.
- d) La cantidad de proteína contenida en X_1 libras quinua y en X_2 libras de soya, debe ser al menos igual al 40% de la mezcla de alimentos total al igual que la fibra cuya cantidad debe ser máximo 20% de la mezcla de alimentos total.
- e) las respuestas a y c son correctas.

8. Del problema anterior, los costos asociados a la quinua y la soya por libra son de \$4 y \$5 respectivamente, suponiendo que la empresa utiliza 3,5 libras de la quinua y 2 de soya, podemos inferir que:

- a) La quinua genera más utilidades que la soya.
- b) La soya genera más utilidades que la quinua.
- c) La quinua se puede utilizar más que la soya.
- d) La quinua genera menos costos que la soya.
- e) La quinua genera más costos que la soya.

9. Qué pasaría con el resultado de la función objetivo si ahora la empresa utiliza más libras de quinua y menos libras de soya:

- a) Puede que aumente y disminuya.
- b) Disminuye
- c) Aumente

- d) Puede que aumente o disminuya o no cambie.
- e) Ninguna de las anteriores.

PARTE B

COMPRENSIÓN

10. Indique cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera:

- a) En la modelación matemática las restricciones se establecen a partir de la relación entre las variables y los parámetros.
- b) En la modelación matemática las restricciones se establecen a partir de la relación entre las variables y los recursos disponibles, limitando los valores que pueden tomar dichas variables.
- c) En la modelación matemática las restricciones se establecen a partir de la relación entre las variables y la función objetivo.
- d) En la modelación matemática las restricciones se establecen a partir de la relación entre las variables y las restricciones no negativas.
- e) En la modelación matemática las restricciones se establecen a partir de las variables, las cuales no tienen límites en los valores que puedan tomar.

11. Las variables son incógnitas que determinan una cantidad de algo; los parámetros son valores que podemos controlar. Identificar ambos es uno de los pasos principales para formar la estructura de

un modelo matemático. A partir de cuál de las siguientes opciones **NO** se definen dichas variables y parámetros:

- a) A partir de los recursos que se quieren medir y los valores asociados a ellos.
- b) A partir de los costos o las utilidades que se quieren medir y un valor asociado a ellos que pueda controlar.
- c) A partir de la cantidad de materia prima, tiempo, etc. Que debo producir, utilizar etc. Para lograr un objetivo de eficiencia y los valores asociados a ellos.
- d) A partir de la actividad definida en cada problema relacionada a la cantidad de algún recurso para dicha actividad y los valores asociados a ellos.
- e) A partir de la cantidad que quiera determinar de X-algo y los valores controlables asociados a dicho X-algo.

12. Cuando planteamos un modelo matemático su objetivo siempre es optimizar una medida de eficiencia ya sea minimizándola o maximizándola. Teniendo esto en cuenta podemos afirmar que:

- a) La función objetivo es una función matemática que se obtiene de la relación entre las variables con las restricciones.
- b) La función objetivo es una función matemática que se obtiene de la relación entre las variables lineales con las no lineales.

- c) La función objetivo es una función matemática que se obtiene de la relación entre los parámetros con las restricciones.
- d) La función objetivo es una función matemática que se obtiene de la relación entre los parámetros con las variables.
- e) La función objetivo es una función matemática que se obtiene de la relación entre los parámetros con los costos o utilidades.

APLICACIÓN

13. Edda tiene un criadero de cerdos, los cuales alimenta con dos tipos de alimentos compuestos por tres tipos de nutrientes. Edda sabe que de cada uno de estos nutrientes los cerdos requieren consumir una cantidad diaria y al menor costo posible.

	Maíz (Unidades)	Sorgo (Unidades)	Proporción requerida
Nutriente V	40	30	30 mínimo
Nutriente P1	22	52	47 mínimo
Nutriente P2	38	28	60 máximo
Costo	\$ 7	\$ 9	

Al observar la tabla podemos definir las variables de decisión como:

- a) Cantidad de requerimiento diario a consumir.
- b) Cantidad de nutriente v diario a consumir

Cantidad de nutriente P1 diario a consumir.

Cantidad de nutriente P3 diario a consumir.

c) Cantidad de maíz diario a consumir

Cantidad de sorgo diario a consumir

Cantidad de nutriente v diario a consumir.

Cantidad de nutriente P1 diario a consumir.

Cantidad de nutriente P3 diario a consumir.

d) Cantidad de maíz diario a consumir

Cantidad de sorgo diario a consumir

e) Cantidad de maíz diario a consumir

Cantidad de sorgo diario a consumir

Cantidad de requerimiento diario a consumir.

14. Cuál de las siguientes opciones describe las restricciones del problema anterior:

a)

40X	+	30Y	<=	30
22X	+	52Y	<=	47
38X	+	28Y	>=	60

b)

30X	+	30Y	>=	70
47X	+	47Y	>=	74
60X	+	60Y	<=	66

c)

30X	+	30Y	<=	70
47X	+	47Y	<=	74
60X	+	60Y	>=	66

d)

40X	+	30Y	>=	30
22X	+	52Y	>=	47
38X	+	28Y	<=	60

e)

40	+	30	<=	30
22	+	52	<=	52
38	+	28	>=	28

15. Teniendo en cuenta el problema anterior cuál de las siguientes opciones corresponde a los espacios entre paréntesis respectivamente.

función objetivo	Z(min)	()7	+	()9
------------------	--------	------	---	------

- a) X.
- b) X y Y
- c) Y
- d) 217
- e) 97 y 129

ANÁLISIS

16. Si a usted le dicen que prepare una mezcla de semillas de chía y semillas de camaño, que sirve como alimento diario, en donde la cantidad de antioxidantes contenidos entre las semillas de chía (X_1)

y las semillas de camaño (X_2) deben ser mínimo 20% de la mezcla de alimento total, y la cantidad de omega 3 cuya cantidad entre ambas semillas debe ser mínimo 40% de la mezcla de alimentos total.

Con cuál de las siguientes expresiones se podría describir la información anterior:

a)

antioxidante (0,4)	+	antioxidante (0,2)	<=	(X_1+X_2)
omega 3 (0,4)	+	omega 3 (0,2)	>=	(X_1+X_2)

b)

antioxidante (X_1)	+	antioxidante (X_2)	>=	$0,2(X_1 + X_2)$
omega 3 (X_1)	+	omega 3 (X_2)	>=	$0,4(X_1 + X_2)$

c)

antioxidante (0,2)	+	antioxidante (0,4)	<=	(X_1+X_2)
omega 3 (0,2)	+	omega 3 (0,4)	>=	(X_1+X_2)

d)

antioxidante (X_1)	+	antioxidante (X_2)	<=	$0,2(X_1+X_2)$
omega 3 (X_1)	+	omega 3 (X_2)	>=	$0,40(X_1+X_2)$

e) Ninguna de las anteriores.

17. Al vender las semillas de chía y semillas de camaño como materias primas las utilidades asociadas a ellas por libra son de \$5 y 4 respectivamente, suponiendo que la empresa utiliza 2 libras semillas de chía y de semillas de camaño, podemos inferir que:

- a) Las semillas de chía generan las mismas utilidades que las semillas de camaño.
- b) Las semillas de chía generan más utilidades que las semillas de camaño.

- c) Las semillas de chía generan menos utilidades que las semillas de camaño.
- d) Las semillas de chía generan menos costos que las semillas de camaño.
- e) Las semillas de chía generan más costos que semillas de camaño.

18. Indique cuál de los siguientes análisis es verdadero:

- a) Si la empresa utiliza menos libras de semillas de chía y más libras de semillas de camaño el resultado de la función objetivo puede que aumente.
- b) Si la empresa utiliza menos libras de semillas de chía y más libras de semillas de camaño el resultado de la función objetivo puede que disminuya.
- c) Si la empresa utiliza menos libras de semillas de chía y más libras de semillas de camaño el resultado de la función objetivo aumenta y disminuye.
- d) Si la empresa utiliza menos libras de semillas de chía y más libras de semillas de camaño el resultado de la función objetivo puede que aumente, disminuya o no cambie.
- e) Si la empresa utiliza menos libras de semillas de chía y más libras de semillas de camaño el resultado de la función objetivo puede que aumente o disminuya.