

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS

PROYECTO DE GRADUACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

MAGÍSTER EN EDUCACIÓN
CON MENCIÓN ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA

TEMA

“APLICACIÓN DEL MÉTODO DE APRENDIZAJE BASADO EN
PROYECTOS (ABP) EN UNA INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN
SUPERIOR”

Autor:

JOEL ALBERTO CASTRO MUÑOZ

GUAYAQUIL - ECUADOR

AÑO

2016

DEDICATORIA

A Dios, a mis Padres, a mis hermanos; y, a todos quienes nos atrevemos a enseñar para nunca dejar de aprender...

AGRADECIMIENTO

Mi profundo y sincero agradecimiento a Jehová por su fidelidad en todo momento, la fortaleza y por el inmerecido amor que me ofrece día a día.

A mis padres por todo el apoyo, acompañamiento, motivación y entereza en cada meta.

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral, a sus autoridades, docentes y todos quienes la conforman.

A mi querida y apreciada tutora Miriam Ramos por la confianza depositada, su acertada dirección y por los conocimientos y lecciones de vida impartidas.

A mis compañeros de la Maestría por haber compartido valiosas experiencias durante estos años de estudio.

Y, al Ministerio de Educación, por intermedio de sus autoridades y representantes de la Unidad Educativa Réplica “Eugenio Espejo” por todas las facilidades prestadas.

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Graduación, me corresponde exclusivamente; el patrimonio intelectual del mismo, corresponde exclusivamente a la **Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Departamento de Matemáticas** de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

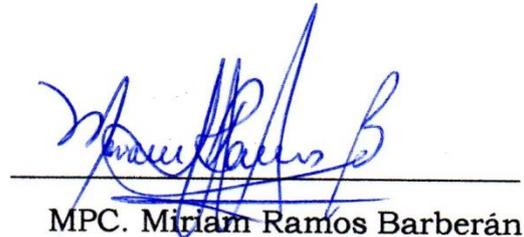


JOEL ALBERTO CASTRO MUÑOZ

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



M.Sc. Elkin Angulo Ramírez
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

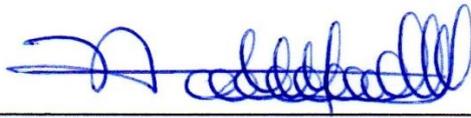


MPC. Miriam Ramos Barberán
DIRECTORA DEL PROYECTO



MEd. Sonia Reyes Ramos
VOCAL DEL TRIBUNAL

AUTOR



JOEL ALBERTO CASTRO MUÑOZ

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARACIÓN EXPRESA	iv
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN	v
AUTOR.....	vi
TABLA DE CONTENIDOS	vii
CONTENIDO DE FIGURAS.....	x
CONTENIDO DE TABLAS	xi
CONTENIDO DE GRÁFICOS	xii
CONTENIDO DE ABREVIATURAS	xiii
OBJETIVOS	xiv
OBJETIVO GENERAL.....	xiv
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	xiv
INTRODUCCIÓN	xv
CAPÍTULO I.....	1
EL PROBLEMA	1
1.1 Formulación del problema	1
1.2 Hipótesis de investigación.....	2
CAPÍTULO II	3
ESTADO DEL ARTE.....	3
2.1 Actitudes hacia la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática (STEM) en un ambiente de Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL).	3
2.2 Investigación de los efectos del Aprendizaje Basado en Proyectos en el rendimiento académico y actitudinal a través de lecciones de inglés.	4
2.3 El efecto actitudinal en estudiantes de octavo año en la clase de Estadística mediante el aprendizaje basado en proyectos.	5
2.4 La influencia del Aprendizaje Basado en Proyectos en el éxito matemático de la unidad: “Razón, proporción y porcentaje”	6
2.5 Aprendizaje Basado en Proyectos aplicado a la asignatura Deformación y Fractura de Materiales de uso en ingeniería.	7
2.6 El proceso de enseñanza de la Estadística y el aprendizaje basado en proyectos... ..	7
2.7 Una experiencia de Aprendizaje Basado en Proyectos en una asignatura de	

Robótica	8
2.8 Propuesta de aprendizaje basado en proyecto y trabajo colaborativo: experiencia de un curso en línea.....	8
2.9 Evaluación de la implantación del aprendizaje basado en proyectos en la EPSC. .	9
CAPÍTULO III.....	10
MARCO TEÓRICO	10
3.1 Aprendizaje Basado en Proyectos	11
3.2 Orígenes del Aprendizaje Basado en Proyectos.....	11
3.3 Aprendizaje Basado en Problemas vs Aprendizaje Basado en Proyectos	12
3.4 Beneficios del Aprendizaje Basado en Proyectos respecto a métodos convencionales	14
3.4.1 La Pirámide de Aprendizaje de Bales.....	14
3.4.2 El Cono de la Experiencia de Dale.....	15
3.4.3 La Taxonomía de Bloom	16
3.5. Consideraciones importantes para implementar el Aprendizaje Basado en Proyectos	19
3.5.1 Establecimiento de la mentalidad adecuada	19
3.5.1.1 Cambio del individualismo a la cooperación.....	19
3.5.1.2 Cambio de la desmotivación al interés	20
3.5.1.3 Cambio de la instrucción a la construcción	20
3.5.1.4 Cambio de la obediencia a la autonomía	20
3.5.2 Planificación	21
3.5.3 Presentación y desarrollo del proyecto	22
3.5.4 Finalización del proyecto	23
3.5.4.1 Desde la perspectiva del docente	23
3.5.4.1 Desde la perspectiva del alumnado.....	23
3.6 Conceptos Estadísticos.....	24
3.6.1 Población objetivo	24
3.6.2 Unidades de investigación.....	24
3.6.3 Observación.....	24
3.6.4 Muestra	24
3.6.5 Variable	24
3.6.6. Experimento estadístico.....	24
3.6.7 Variable aleatoria.....	24

3.6.8 Muestra aleatoria de una población finita	24
3.6.9 Tamaño de la Muestra aleatoria de una población finita	25
3.6.10 Estadísticos descriptivos	25
3.6.10.1 Media	26
3.6.10.2 Mediana	26
3.6.10.3 Rango	26
3.6.10.4 Varianza Muestral	26
3.6.10.5 Desviación Estándar de la Muestra	26
3.6.11 Diagrama de Cajas	26
3.6.12 Gráfico de Barras	27
3.6.13 Prueba de Hipótesis	28
3.6.13.1 Tipos de Pruebas	29
3.6.13.2 Procedimiento para realizar una Prueba de Hipótesis	29
3.6.13.3 Valor p de una Prueba de Hipótesis	30
3.6.14 Prueba T Pareada para media de la diferencia	30
3.6.15 Tablas de Contingencia	32
3.6.16 Prueba Chi-Cuadrado de Independencia	33
3.6.17 Fiabilidad de Pruebas	35
3.6.18 Procesamiento y análisis de los datos	36
CAPÍTULO IV	37
METODOLOGÍA	37
4.1 Estructuración de Proyecto para ABP	37
4.2 Descripción de la Población Objetivo	40
4.3 Tamaño de la muestra	41
4.4 Prueba T Pareada para media de la diferencia	41
4.5 Estadísticos descriptivos	42
4.6 Diagramas de Cajas	43
4.7 Gráfico de Barras	44
4.8 Tablas de contingencia	45
4.9 Prueba Chi-Cuadrado de Independencia	47
4.9 Fiabilidad de Pruebas	48
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
BIBLIOGRAFÍA	52
ANEXOS	55

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1. Pirámide de Aprendizaje de Bales.....	14
Figura 2. Cono de la Experiencia de Dale	15
Figura 3. Niveles Taxonomía de Bloom.....	16

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Análisis comparativo entre el Aprendizaje Basado en Proyectos y el Aprendizaje Basado en Problemas	13
Tabla 2. Comparación proceso de Aprendizaje Tradicional vs Aprendizaje Basado en Proyectos.....	17
Tabla 3. Tabla de Contingencia para dos Factores	33
Tabla 4. Estimación de la Distribución Conjunta y Marginales de dos Factores	33
Tabla 5. Prueba T para media de la diferencia	42
Tabla 6. Estadísticos Descriptivos Prueba Inicial.....	42
Tabla 7. Estadísticos Descriptivos Prueba Final.....	43
Tabla 8. Tabla de Contingencia relacionando Aprobación y Paralelo en la Prueba Inicial	46
Tabla 9. Tabla de Contingencia relacionando Aprobación y Paralelo en la Prueba Final	47
Tabla 10. Contraste Chi-Cuadrado para Prueba Final	47
Tabla 11. Coeficiente Alfa de Cronbach para Prueba Inicial y Final	48

CONTENIDO DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Diagrama de Cajas.....	27
Gráfico 2. Gráfico de Barras.....	28
Gráfico 3. Diagramas de Cajas Prueba Inicial vs Prueba Final	44
Gráfico 4. Comparación de Promedios por Paralelo	45

CONTENIDO DE ABREVIATURAS

ABP	Aprendizaje Basado en Proyectos
AC	Aprendizaje Cooperativo
EEES	Espacio Europeo de Enseñaza Superior
ENES	Examen Nacional para la Educación Superior
EPSC	Escuela Politécnica Superior de Castelldefels
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FCNM	Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas
IES	Institución de Educación Superior
PBL	Project Based Learning
SPSS	Statistical Package Social Sciences
STEM	Science Technology Engineering and Mathematics
TICs	Tecnologías de la Información y la Comunicación

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- ❖ Aplicar el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) como metodología de enseñanza para contribuir a la mejora del rendimiento académico en estudiantes de una Institución de Educación Superior.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Afianzar los conocimientos en Estadística y Probabilidades a través del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en los estudiantes de Matemáticas para Ingenierías del Curso Nivelatorio de una Institución de Educación Superior del Ecuador.
- ❖ Promover la participación activa de grupos por medio del trabajo cooperativo para la investigación, análisis, diseño y desarrollo de un proyecto.
- ❖ Diseñar y aplicar pruebas piloto Inicial y Final con el fin de medir el nivel de conocimientos de los estudiantes una vez que se hayan familiarizado con las directrices del proyecto y luego de realizado el mismo.
- ❖ Procesar datos y analizar los resultados obtenidos a partir de la aplicación de las pruebas piloto.

INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes retos al que se enfrentan los docentes en el quehacer educativo es que el estudiante asocie los contenidos que son impartidos en el salón de clases con situaciones reales, planteando soluciones creativas a problemas del medio circundante; y, que además replique los contenidos de las clases experimentalmente, para poder así precisar un aprendizaje funcional que a la vez sea generador de conocimiento. Frente a estas necesidades, es muy importante hacer una revisión exhaustiva de la forma en la que se dictan las clases, reflexionando sobre nuestro rol como docentes y lo que requiere un estudiante de este siglo para aprender en un ambiente de permanente motivación y retroalimentación.

Adicionalmente, siguiendo los esquemas de la forma tradicional de enseñar, no cabe duda del abuso en cuanto a la utilización exclusiva de los libros o de los apuntes de clase. Con las actuales bondades de la era digital y el cada vez más creciente acceso a Internet en la mayoría de hogares, no sorprende que con los conocimientos de cómo buscar la información en la red y la diferenciación de las fuentes fiables de las que no lo son, los estudiantes fueran capaces de encontrar información más amplia y enriquecedora que en los apuntes. De esta manera, se prepara al alumnado para que a futuro sea capaz de encontrar aquello que necesite de forma autónoma.

Por otra parte, la responsabilidad de todos los involucrados en el proceso enseñanza-aprendizaje exige replantear metodologías que vayan más allá del mero conocimiento, persiguiendo la formación holística de los estudiantes, fomentando habilidades y destrezas que empezando desde el aula, les permita tener ideas claras de lo que el mundo profesional les depara.

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es una metodología que pone a los alumnos en el centro del proceso de enseñanza, con el propósito de que construyan su propio aprendizaje, cambiando de una actitud pasiva a un rol activo y participativo, desarrollando sus niveles de creatividad e imaginación; y, fomentando entre otros, valores como la cooperación, la responsabilidad, el respeto; y, la disciplina.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

El desarrollo de las habilidades cognitivas y socioemocionales para la aplicación de los contenidos curriculares en la realización de un proyecto práctico, es de suma importancia para propiciar un aprendizaje significativo y funcional en los estudiantes en la actualidad. Es por ello que este proyecto tiene como finalidad motivar la utilización del Aprendizaje Basado en Proyectos en el salón de clases, con el fin de reducir la brecha existente entre la teoría y la experimentación; a través de la conformación de equipos de trabajo, la investigación, el trabajo autónomo, la resolución de problemas y la participación activa del estudiante tomando como objeto de estudio práctico la elaboración de un proyecto relacionado con el contenido del capítulo de Estadística y Probabilidades en la asignatura de Matemáticas para Ingenierías del Curso Nivelatorio de una Institución de Educación Superior del Ecuador.

1.1 Formulación del problema

La utilización exclusiva de los métodos tradicionales de aprendizaje no permite que el estudiante afiance y desarrolle sus habilidades de una manera integral. Los estudiantes no interiorizan los tópicos en cuestión, puesto que no relacionan los conocimientos que se proporcionan en el aula con los problemas que se le presentan en la vida real.

Los alumnos pierden el interés en clases cuando los contenidos no tienen significado para ellos, pues no les encuentran aplicación ni relación con su vida cotidiana. Los resultados muestran que las principales causas de la apatía en el salón de clases se centran en el papel pasivo del estudiante asociado a la forma de abordar los temas por parte de los docentes; ya que la inactividad y falta de interacción por parte del estudiantado, produce sensaciones y sentimientos desagradables, como cansancio, desánimo, indiferencia y soledad (López & Sánchez, 2010).

Se pone de manifiesto entonces, la importancia que tiene la planeación didáctica desde un enfoque constructivista, que propicie el papel activo del estudiante, la interacción con compañeros; y, la vinculación de los contenidos con experiencias del mundo real, a fin de que los temas abordados en el aula adquieran significado.

1.2 Hipótesis de investigación

La aplicación de la Metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), como estrategia didáctica, durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de Estadística y Probabilidades en los alumnos del Curso de Nivelación de una Institución de Educación Superior del Ecuador, contribuye a mejorar su rendimiento académico.

CAPÍTULO II

ESTADO DEL ARTE

En muchos centros educativos, los profesores y maestros desafían a sus alumnos a aprender a través de un Proyecto de Aula que puede constituirse en un reto. En este contexto, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es la propuesta metodológica por la que están apostando la mayoría de docentes, expertos, administradores educativos y responsables de formación del profesorado en su práctica diaria a nivel mundial. (Larmer & Mergendoller, 2011)

Para confirmar los indicios de las investigaciones que tienen relación con la metodología didáctica de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), a continuación se presentan resultados de la revisión de artículos relevantes relacionados al propósito de este estudio.

2.1 Actitudes hacia la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática (STEM) en un ambiente de Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL).

Este estudio relata una actividad de Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL) y su expectativa hacia STEM: Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática (por sus siglas en inglés) utilizando encuestas y métodos de entrevista. Los participantes fueron 30 estudiantes de primer año de universidad con antecedentes relacionados con la ingeniería, procedentes de cinco institutos de tecnología en Taiwán. Los cuestionarios y entrevistas semi-estructuradas se utilizaron para examinar las actitudes de los estudiantes hacia STEM antes y después de la actividad PBL (Tseng, Chang, Lou, & Chen, 2013).

La encuesta contenía una escala del 1 al 5, siendo 1 la expectativa más baja de elegir una de las opciones STEM y 5 la máxima posible, la misma que se aplicó antes y después de la actividad. Esta actividad consistía en diseñar un vehículo electrónico multifuncional utilizando STEM. Para la validez de los resultados se

realizó una prueba T de Student (Tseng et al., 2013).

Los resultados de la encuesta (M: media, SD: Desviación Estándar, t: Estadístico de prueba, p: nivel de significación) mostraron que las actitudes de los estudiantes hacia STEM cambiaron significativamente luego de aplicado PBL. En promedio pasaron de (M = 3,808; SD = 0,379; t = 11,668; p<0,001) a (M = 3,957; SD = 0,454; t = 11,551; p<0,001). Siendo Ingeniería una de las predilectas (M = 4,078). La combinación de PBL con STEM puede aumentar la efectividad en la elección de su carrera futura, así como en la generación de aprendizaje significativo (Tseng et al., 2013).

2.2 Investigación de los efectos del Aprendizaje Basado en Proyectos en el rendimiento académico y actitudinal a través de lecciones de inglés.

Según Ghokan Bas (2011) el propósito de este estudio fue investigar los efectos del aprendizaje basado en proyectos en el rendimiento académico y actitudinal a través de lecciones de inglés en estudiantes de noveno curso. La investigación se llevó a cabo en el año académico 2010-2011 de un colegio en Nigde, Turquía. En total, 60 estudiantes en dos diferentes clases de noveno año participaron del estudio. El modelo de investigación llevado a cabo fue mediante pre y post test en los grupos de control y experimental. En el grupo experimental se aplicó el método de aprendizaje basado en proyectos y en el de control se llevó a cabo una instrucción tradicional basada únicamente en textos.

Considerando **n** como tamaño de muestra, **X** como la media, **SD** como Desviación Estándar, **t** como el Estadístico de prueba y **p** como el nivel de significación al inicio del estudio. Se tomaron las evaluaciones obteniéndose (n=30; X=48,5; SD=17,5; p>0,05) y (n=30; X=48,2; SD=17,9; p>0,05) en los grupos experimental y de control respectivamente, a partir de las cuales no se evidenció estadísticamente una diferencia significativa entre los grupos con $t(64) = 0,695$. Luego de aplicada la metodología se evaluaron los grupos, con los siguientes resultados: (n=30; X=73,3; SD=12,4; p<0,05) y (n=30; X=62,3; SD=15,1; p<0,05) para los grupos experimental y de control respectivamente.

Con estos resultados, se evidencia estadísticamente una mejora significativa $X(\text{experimental})=73,3$ frente $X(\text{control})=62,3$ con $t(64)= 3,26$ (Bas, 2011).

Al final del estudio, se reveló que los estudiantes que aprendieron mediante el método de aprendizaje basado en proyectos tuvieron mejores resultados; y, niveles actitudinales más altos frente a los que obtuvieron los estudiantes que aprendieron mediante la metodología utilizando sólo textos (Bas, 2011).

2.3 El efecto actitudinal en estudiantes de octavo año en la clase de Estadística mediante el aprendizaje basado en proyectos.

Este estudio investiga el efecto del aprendizaje basado en proyectos en estudiantes de octavo año en la clase de Estadística. Con este propósito, se desarrolló una escala de actitudes hacia la Estadística. Se utilizó un modelo cuasi experimental, aplicando para el grupo de control el método tradicional para enseñar estadística; mientras que, para el grupo experimental, se siguió el enfoque del Aprendizaje basado en Proyectos (Koparan & Güven, 2008).

La escala de actitudes en favor de la Estadística fue aplicada como pre-test y post-test a 70 estudiantes en dos diferentes paralelos de Octavo año de un colegio en Trabzon durante el año académico 2011-2012 (Koparan & Güven, 2008).

Los resultados obtenidos en el estudio se analizaron mediante el Modelo Rasch, además la confiabilidad de los cuestionarios se evaluó mediante el Coeficiente Alfa de Cronbach. Tomando en cuenta (**X**: media; **SD**: Desviación Estándar; **KR-20**: Coeficiente Alfa de Cronbach) los resultados “brutos” al inicio de la investigación para los grupos fueron ($X=72,9$; $SD=9$; $KR-20=0,70$) y ($X=72,8$; $SD=13,7$; $KR-20=0,78$) respectivamente para control y experimentación. Luego de aplicada la metodología, se obtuvieron los siguientes resultados: ($X=73,7$; $SD=12,8$; $KR-20=0,82$) y ($X=84,1$; $SD=9,8$; $KR-20=0,72$) respectivamente, para control y experimentación (Koparan & Güven, 2008).

En base a estos resultados, se evidencia una mejora significativa luego de la aplicación de la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos. Por lo tanto, la utilización del enfoque del Aprendizaje Basado en Proyectos en los cursos de Estadística en Matemáticas, es altamente recomendada (Koparan & Güven, 2008).

2.4 La influencia del Aprendizaje Basado en Proyectos en el éxito matemático de la unidad: “Razón, proporción y porcentaje”

En este trabajo, el objetivo fue examinar el efecto del aprendizaje basado en proyectos en el éxito matemático de los estudiantes de 7° grado para la Unidad de "Razón, proporción y porcentaje"; así como, analizar actitudes de los estudiantes hacia las Matemáticas (Özdemir, Filiz, & Göktepe, 2015).

Este estudio se llevó a cabo con 70 estudiantes de 7° de grado de la primaria Atatürk en el Distrito de Eminönü en Estambul. Antes de comenzar la implementación, los grupos experimental y de control se sometieron a pre-test y a una escala de comportamientos en Matemáticas. En el grupo experimental, se aplicó el método de Aprendizaje basado en proyectos; por otro lado, en el grupo de control se utilizó el método tradicional. Los resultados evidenciaron una mejora significativa luego de aplicada la metodología en los promedios obtenidos que variaron de 77,26 a 82,47; entre los grupos control y experimentación con $t=2,133$ y $p=0,037$ (Özdemir et al., 2015).

Los datos obtenidos de la investigación fueron analizados e interpretados con el programa estadístico SPSS. Las grabaciones de video de la presentación de proyectos de los estudiantes también estuvieron disponibles. El documento, además, muestra lo interesante del método, así como los resultados importantes de esta investigación en todos los aspectos (Özdemir et al., 2015).

2.5 Aprendizaje Basado en Proyectos aplicado a la asignatura Deformación y Fractura de Materiales de uso en ingeniería.

En este curso, los alumnos debían abordar la resolución de cuatro casos de estudio relacionados con la asignatura, en los que se pretendía que los mismos tuvieran la capacidad de manejar y comprender un determinado número de conceptos, desarrollando ciertas habilidades de trabajo en equipo y adquiriendo experiencia en las diferentes formas de presentar su trabajo a los demás; siendo esta propuesta bien acogida por los estudiantes que acabaron satisfechos por el hecho de haber podido encontrar soluciones a los problemas planteados y tener la sensación que en realidad asimilaban mucho mejor los conceptos (Angurel, L.A., Ríos, 2013).

2.6 El proceso de enseñanza de la Estadística y el aprendizaje basado en proyectos.

En este trabajo con Proyectos se recoge en la clase de Estadística la contextualización de los contenidos en situaciones interesantes para el alumno y la integración de la enseñanza de la Estadística dentro del proceso más general de investigación. Entre los proyectos desarrollados por los alumnos en los últimos años se destacan las áreas más diversas entre las que se citan: Indicadores de medio ambiente en el mundo, Comparación de las ganancias /pérdidas en bolsa a lo largo de un mes de cuatro modelos de inversión de una misma cantidad de dinero, Estudio de los intereses de la juventud de Maracena (pueblo de Granada), Valoración de los participantes sobre unas Jornadas, Existencia de discriminación educativa respecto a sexo en la escuela infantil, Estudio hidrológico de ríos de Granada; y, Comparación del umbral de percepción en la piel en diferentes condiciones experimentales. Es así que el trabajo en grupos y la perspectiva socio cultural en la clase de Estadística centra la atención de los estudiantes en lo que supone la Estadística como una parte importante de su aprendizaje, focalizándose en su propia identificación como posibles productores de estadísticas con relación a sus propios intereses y problemas (Batanero & Díaz, 2004).

2.7 Una experiencia de Aprendizaje Basado en Proyectos en una asignatura de Robótica.

En este trabajo, se ha presentado una experiencia práctica de implantación de la metodología de aprendizaje basado en proyectos en una asignatura de Robótica. El modelo seguido consiste en una implantación parcial, donde la metodología ABP solo afecta a la parte práctica de la asignatura. En este caso, un solo proyecto fue propuesto para toda la clase, el cual consiste en la realización de un sistema titulado “*Un robot que juega a las Damas*”. El desarrollo del proyecto permitió a los alumnos experimentar un aspecto novedoso relacionado con la integración de varias tecnologías, tomando conciencia de los aspectos positivos de las competencias transversales. En conjunto, la experiencia ha sido positiva y ha sido acogida favorablemente por los alumnos (Aliane & Bemposta, 2007).

2.8 Propuesta de aprendizaje basado en proyecto y trabajo colaborativo: experiencia de un curso en línea.

En este trabajo se describe la implementación de una propuesta didáctica de un curso en línea basado en proyectos y trabajo colaborativo, como estrategia central de aprendizaje para un curso académico que aborda la problemática del diseño y la implementación de cursos de capacitación utilizando las TICs. Se diseñaron actividades de aprendizaje que sirven de andamiaje para adquirir los conocimientos en el desarrollo de un proyecto completo de capacitación al interior de una organización. En su mayoría, las tareas seleccionadas fueron actividades reales en situaciones reales, que requirieron para su solución la utilización de los conocimientos y técnicas que integran el currículo del curso. En este enfoque holístico se permitió abordar, en forma simplificada, los contenidos y las tareas, “no por medio de la fragmentación, sino de la identificación de versiones más simplificadas y pertenecientes al mundo real” (Cenich & Santos, 2005).

2.9 Evaluación de la implantación del aprendizaje basado en proyectos en la EPSC.

La experiencia de la aplicación del PBL al segundo ciclo de la titulación de Ingeniería de Telecomunicación en la EPSC (Escuela Politécnica Superior de Castelldefels) ha sido positiva. Se ha demostrado que esta metodología es válida para alcanzar los objetivos docentes de la Titulación, cumpliendo con las expectativas de los estudiantes. Aún quedan por mejorar muchos aspectos, tales como los relativos a los recursos e infraestructura, la adaptación por parte del profesorado a la metodología, y la implicación de las empresas en los proyectos. No obstante, la sensación global de los profesores y estudiantes es positiva y están convencidos que el camino iniciado es el correcto (Alcober, Ruiz, & Valero, 2003).

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

El Aprendizaje basado en Proyectos es uno de los métodos que están en auge (Galeana, 2006). El ABP es “un modelo de aprendizaje en el que los estudiantes planean, implementan y evalúan proyectos que tienen aplicación en el mundo real más allá del aula de clase” (Galeana, 2006). “Se fundamenta en el constructivismo que es una estrategia que mira al aprendizaje como el resultado de construcciones mentales, actuales o previas de los seres humanos” (Coria, 2009).

Coincidiendo y añadiendo otras características, (Prince & Felder, 2006) argumentan que:

El aprendizaje basado en proyectos comienza con una misión para llevar a cabo una o más tareas que conducen a la producción de un producto de un diseño final (...). La culminación del proyecto es normalmente un informe escrito y/u oral que resume el procedimiento que se utiliza para producir el producto y la presentación de los resultados.

Por lo que se considera al Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) como un modelo cuyo fin es la realización de varias tareas que los propios estudiantes realizan y evalúan, pretendiendo que su aplicación se realice más allá de la propia aula donde se ha trabajado.

Los proyectos colocan al estudiante en una posición activa en cuanto a la solución de problemas y la toma de decisiones, así como de investigador y recopilador. Los proyectos sirven a objetivos educativos significativos y específicos, no son solo distracciones o simples añadidos al currículo “real”(Intel, 2005).

Por tanto, se puede resumir al ABP como un método que consiste en el trabajo por proyectos, partiendo de un problema o premisa que han de ser abordados de manera colaborativa, a través de roles individuales marcados por el docente, así como las pautas

del mismo. Su fin es “motivar y hacer partícipe a todos los miembros, introduciendo áreas transversales (...) y contribuyendo a aumentar las habilidades sociales y de comunicación” (Rebollo Aranda, 2010).

3.1 Aprendizaje Basado en Proyectos

El Aprendizaje Basado en Proyectos es un método docente que propone al estudiante como el protagonista de su propio aprendizaje. Esta metodología se fundamenta en la ideología constructivista, entre cuyos precursores figuran Jean Piaget, Lev Vygotsky, David Ausubel, Jeromé Bruner y John Dewey, la misma que conceptualiza a las personas como construcciones propias que se van realizando a través del tiempo con la influencia del entorno y sus disposiciones internas. En este sentido, los estudiantes construyen el conocimiento, interactuando racionalmente y de forma significativa con todo lo que le rodea, generándose un aprendizaje significativo cuando toma como punto de partida los conocimientos previos y los relaciona con los nuevos (Abbott & Ryan, 1999).

El método ABP consiste en la estructuración de un proyecto de cierta importancia (adecuado a los conocimientos del estudiantado) y de modalidad grupal. Este proyecto debe ser considerado, elaborado y analizado previamente por el profesor con el fin de asegurarse de que los alumnos disponen de todos los elementos necesarios para resolverlo y de modo que durante su resolución, el alumnado desarrollará todas las destrezas que se desean fomentar. Mediante esta metodología, el aprendizaje de conocimientos tiene tanta importancia como la adquisición de habilidades y actitudes. Durante la resolución de este proyecto será necesario que aprendan nuevos conceptos para ir resolviendo los problemas que les vayan surgiendo. La función del docente radica en la orientación del alumnado para que puedan encontrar la solución a dichos problemas por su cuenta (Bravo, 2012).

3.2 Orígenes del Aprendizaje Basado en Proyectos

A finales de la década de los 60 se introdujo el Aprendizaje Basado en Problemas en las Facultades de Medicina de las Universidades de Case Western Reserve en los Estados Unidos y de McMaster en Canadá, como una nueva metodología educativa que

buscaba cambiar el modelo formativo, de manera que éste pase de estar enfocado en el profesor a estar enfocado en el alumno (Bravo, 2012).

Paralelamente, en las Escuelas de Ingeniería de las Universidades de Roskilde y Aalborg, en Dinamarca, emerge otro enfoque pedagógico: El Aprendizaje Basado en Proyectos, ABP (Project Based Learning, PBL). Este nuevo enfoque se centra en un modelo formativo cuyos fundamentos son iguales a los del anteriormente comentado Aprendizaje Basado en Problemas pero tiene como finalidad el logro o fabricación de un producto final (Bravo, 2012).

Ambos tipos de aprendizajes comparten numerosas características. Ambos modelos buscan que sus alumnos se impliquen en la resolución de un problema auténtico para la mejora de su aprendizaje, intentando simular situaciones profesionales o de la vida real (Bravo, 2012).

3.3 Aprendizaje Basado en Problemas vs Aprendizaje Basado en Proyectos

Según (Bravo, 2012), existe cierta dificultad al momento de diferenciar entre ambas metodologías, al punto que para muchas personas representan lo mismo, todo esto debido a que las metodologías antes referidas comparten características comunes, entre las cuales se identifican las siguientes:

- Ambas son metodologías que buscan que el alumnado participe en la resolución de tareas auténticas para mejorar su aprendizaje.
- Los proyectos o problemas proporcionados a los estudiantes tienen más de un posible método o respuesta.
- Ambas se encuentran centradas en el alumno por lo que precisan que cambie el papel del profesor como el único facilitador del aprendizaje.
- Los alumnos trabajan de manera grupal y se les anima a consultar fuentes de información de diverso tipo.

Las similitudes mencionadas anteriormente, unidas con el uso de la misma abreviatura para definirlos ABP o PBL en inglés (tanto para el Aprendizaje Basado en Proyectos o

“Project Based Learning”, como para el Aprendizaje Basado en Problemas o “Problem Based Learning”), han creado bastante confusión entre ambos términos (Bravo, 2012).

Asimismo, es de vital importancia señalar las diferencias existentes entre ambos métodos, las cuales se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Análisis comparativo entre el Aprendizaje Basado en Proyectos y el Aprendizaje Basado en Problemas

TÉCNICA / CARACTERÍSTICA	APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS	APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS
APRENDIZAJE	Los estudiantes construyen su conocimiento a través de una tarea específica (Swiden, 2013). Los conocimientos adquiridos se aplican para llevar a cabo el proyecto asignado.	Los estudiantes adquieren nueva información a través del aprendizaje autodirigido en problemas diseñados (Boud, 1985, en Savin-Baden y Howell Major, 2004). Los conocimientos adquiridos se aplican para resolver el problema planteado.
ENFOQUE	Enfrenta a los estudiantes a una situación problemática relevante y predefinida, para la cual se demanda una solución (Vicerrectoría de Normatividad Académica y Asuntos Estudiantiles, 2014).	Enfrenta a los estudiantes a una situación problemática relevante y normalmente ficticia, para la cual no se requiere una solución real (Larmer, 2015).
PRODUCTO	Se requiere que los estudiantes generen un producto, presentación, o ejecución de la solución (Larmer, 2015).	Se enfoca más en los procesos de aprendizaje que en los productos de las soluciones (Vicerrectoría de Normatividad Académica y Asuntos Estudiantiles, 2014).
PROCESO	Los estudiantes trabajan con el proyecto asignado de manera que su abordaje genere productos para su aprendizaje (Moursund, 1999).	Los estudiantes trabajan con el problema de manera que se ponga a prueba su capacidad de razonar y aplicar su conocimiento para ser evaluado de acuerdo a su nivel de aprendizaje (Barrows y Tamblyn, 1980).
ROL DEL PROFESOR	Facilitador y administrador de proyectos (Jackson, 2012).	Facilitador, guía, tutor o consultor profesional (Barrows, 2001 citado en Ribeiro y Mizukami, 2005).

Fuente: Aprendizaje basado en retos (Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey, 2015)

3.4 Beneficios del Aprendizaje Basado en Proyectos respecto a métodos convencionales

Para poder cimentar los beneficios del Aprendizaje Basado en Proyectos respecto a otros métodos pedagógicos convencionales es preciso que se explique previamente, la forma en la que aprendemos los seres humanos, lo que ayudará a comprender mejor a los defensores de este tipo de metodologías. Para ello, se revisarán algunos de los trabajos más importantes realizados respecto al tema. Adicionalmente, se explicará brevemente la Pirámide de Aprendizaje de Bales, el Cono de Aprendizaje de Dale, así como la Taxonomía de Bloom.

3.4.1 La Pirámide de Aprendizaje de Bales

Bales propuso una pirámide en la que se estableció niveles de acuerdo a las actividades y el grado de retención de la información. En cada uno de los niveles se indica un porcentaje que corresponde a una determinada tasa de retención de conocimientos, según las actividades que el alumno ejecute. (Bravo, 2012).

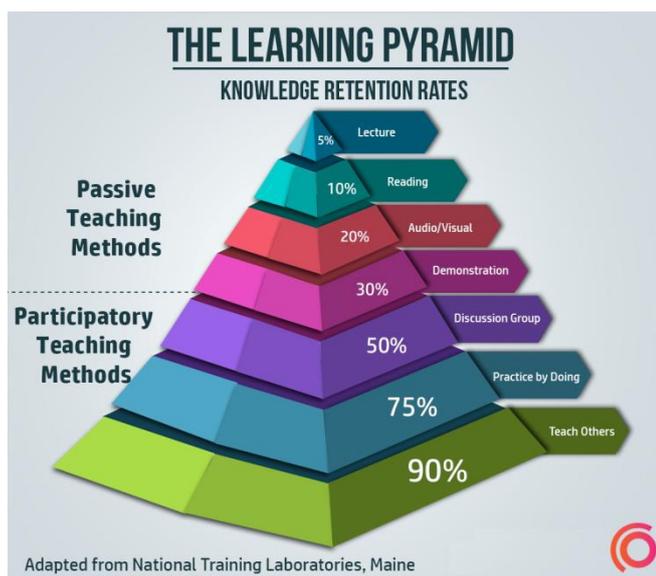


Figura 1. Pirámide de Aprendizaje de Bales
Fuente: National Training Laboratories Institute

En esta jerarquización se asigna una tasa de retención del 5% para clases magistrales a 30% para la demostración por parte del docente sin la posterior retroalimentación; mientras que métodos de enseñanza participativa así como se propone en ABP las tasas de retención van desde el 50% en la discusión grupal hasta el 90% en actividades en las

que el alumno debe enseñar lo aprendido a otros haciendo uso inmediato de los conocimientos aprendidos (Bravo, 2012).

3.4.2 El Cono de la Experiencia de Dale

Al igual que Bales, Dale diseñó un cono mediante el cual establecía de menor a mayor, las experiencias que suponían una mayor profundización en el aprendizaje. En muchas ocasiones, dicho cono de experiencia aparece junto a una enumeración porcentual en la que se establece el porcentaje de los conocimientos aprendidos que permanecen directamente en la memoria (Espuelas, 2013)

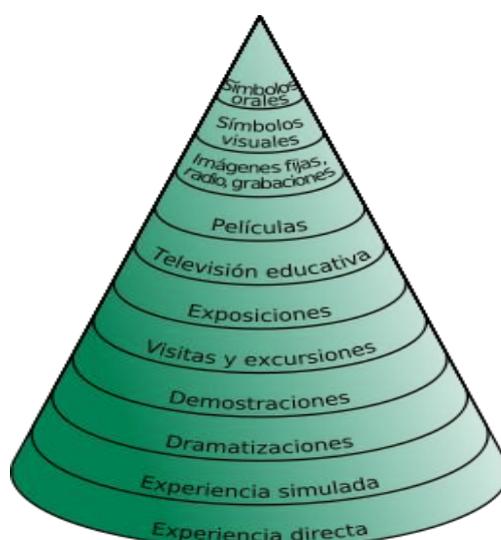


Figura 2. Cono de la Experiencia de Dale
Fuente: Audio Visual Methods in teaching (Dale, 1954)

Aunque Edgar Dale nunca añadió porcentajes a su cono, estudios posteriores permitieron completar dicho cono (Lalley & Miller, 2007).

Según estos estudios, los porcentajes aproximados con los datos retenidos por los estudiantes, según la actividad realizada, son:

- ✓ 10% de lo que se lee
- ✓ 20% de lo que se escucha
- ✓ 30% de lo que se ve
- ✓ 50% de lo que se ve y se escucha
- ✓ 70% de lo que se dice y se discute

✓ 90% de lo que se dice y luego se realiza

3.4.3 La Taxonomía de Bloom

En 1948 un grupo de educadores asumieron la tarea de clasificar los objetivos educativos. Para ello dividieron el estudio en tres aspectos fundamentales: el aspecto cognitivo, el afectivo y el psicomotor. El apartado correspondiente al aspecto cognitivo fue concluido en 1956 y se le pasó a denominar Taxonomía de Bloom por su precursor Benjamin Bloom.



Figura 3. Niveles Taxonomía de Bloom

Fuente: Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais (Ferraz & Belhot, 2010)

Se establecieron 6 niveles distintos de menor a mayor complejidad: conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación. Además, se afirmaba que para llevar a cabo los niveles más complejos había que haber superado los niveles anteriores y el objetivo evidentemente era lograr los aprendizajes más complejos posibles, pues estos eran los más valiosos. La Taxonomía de Bloom suele ir acompañada de un listado de verbos que, ayudan a comprender qué es lo requerido para adquirir cada nivel de aprendizaje y establecen a su vez una serie de mecanismos para lograrlos (Espuelas, 2013; Ferraz & Belhot, 2010).

Una vez mencionado cómo el sujeto retiene la información de acuerdo a los niveles del pensamiento, estamos en disposición de entender las ventajas que ofrece el método de

Aprendizaje Basado en Proyectos frente a métodos convencionales de enseñanza, las cuales se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2. Comparación proceso de Aprendizaje Tradicional vs Aprendizaje Basado en Proyectos

En un proceso de Aprendizaje Tradicional	En un proceso de Aprendizaje Basado en Proyectos
El docente asume el rol de experto o autoridad formal. La clase gira en torno a él.	Los docentes tienen el rol de facilitador del conocimiento, guía o asesor.
Los docentes transmiten la información al alumnado.	El alumnado toma la responsabilidad de aprender y crear alianzas entre ellos y el profesorado.
Los docentes organizan el contenido en exposiciones de acuerdo a su disciplina.	Los docentes diseñan su curso basado en problemas abiertos. Los docentes incrementan la motivación de los estudiantes presentando problemas reales.
El alumnado es visto como “recipiente vacío” o receptor pasivo de información.	Los docentes buscan mejorar la iniciativa del alumnado y motivarlo. El alumnado es visto como sujeto que puede aprender por cuenta propia.
Las exposiciones del docente son basadas en la comunicación unidireccional; la información es transmitida a un grupo de alumnos.	El alumnado trabaja en equipos para resolver problemas, adquiere y aplica el conocimiento en una variedad de contextos. El alumnado localiza recursos y los docentes guían en este proceso.
El alumnado trabaja por separado.	El alumnado conformado en pequeños grupos interactúa con los docentes quienes ofrecen retroalimentación.
El alumnado absorbe, transcribe, memoriza y repite la información para actividades específicas como pruebas o exámenes.	El alumnado participa activamente en la resolución del problema, identifica necesidades de aprendizaje, investiga, aprende, aplica y resuelve problemas.
El aprendizaje es individual y de competencia.	El alumnado experimenta el aprendizaje en un ambiente cooperativo.
El alumnado busca la “respuesta correcta” para tener éxito en un examen.	Los docentes evitan solo una “respuesta correcta” y ayudan al alumnado a armar sus preguntas, formular problemas, explorar alternativas y tomar decisiones efectivas.
La evaluación es sumatoria y el docente es el único evaluador.	El alumnado evalúa su propio proceso así como los demás miembros del equipo y de todo el grupo. Además el docente

implementa una evaluación integral, en la que es importante tanto el proceso como el resultado.

Fuente: Traditional versus PBL classroom. (Strobel & van Barneveld, 2009)(Espuelas, 2013)

En conclusión, entre las principales ventajas del Aprendizaje Basado en Proyectos se destacan las siguientes (Espuelas, 2013):

Aprendizajes más significativos: El alumnado ve directamente de una manera práctica el uso de los conocimientos que está adquiriendo. Existe una relación directa entre lo que se aprende en la escuela y la vida cotidiana (Espuelas, 2013).

Mayor tasa de retención de conocimientos: Como el alumnado se está enfrentando a situaciones reales y debe aprender a resolverlas por su propia cuenta, los conocimientos que adquiere son más significativos y permanecen durante más tiempo en su memoria (Espuelas, 2013).

El alumnado se encuentra más motivado: Este método provoca que el alumnado se encuentre involucrado en la realización del proyecto. Esto unido a que el alumno permanece en una función activa, provoca que se encuentre más involucrado y por tanto más motivado (Espuelas, 2013).

Desarrollo de habilidades para trabajar en equipo: Durante el proceso de desarrollo de los proyectos el alumnado está obligado a coordinar, elaborar en equipo el proyecto y resolver los distintos problemas que puedan surgir en el proceso (Espuelas, 2013).

Alumnado más crítico: En la aplicación de la metodología el alumnado se enfrenta a problemas de la vida real, tienen que tratar de comprenderlos y de resolverlos. Esto les permite comprender de mejor manera el mundo real y ser más críticos con la sociedad en la que viven (Espuelas, 2013).

Desarrollo de habilidades creativas: El hecho de presentar al alumnado unas actividades abiertas junto con la resolución de problemas, ayuda a que desarrolle su

capacidad creativa para solucionarlos. El alumnado puede desarrollar soluciones creativas que no hayan sido previamente concebidas por el docente (Espuelas, 2013).

Integración del alumnado dentro de un modelo de trabajo: La resolución de los proyectos demanda que el alumnado vaya adquiriendo información de una manera muy similar a como tendrán que adquirirla en situaciones futuras (Espuelas, 2013).

3.5. Consideraciones importantes para implementar el Aprendizaje Basado en Proyectos

3.5.1 Establecimiento de la mentalidad adecuada

Para ser capaz de implementar el Aprendizaje Basado en Proyectos en el aula, primero debe de haber un cambio en la mentalidad de la clase, tanto por parte del alumnado como por parte del docente. Hay que tratar de fomentar una serie de cambios que ayuden a conseguir una atmósfera en el aula que ayude al desarrollo del ABP. Entre dichos cambios se destacan los siguientes (Espuelas, 2013):

3.5.1.1 Cambio del individualismo a la cooperación

Se fomentan las relaciones entre el alumnado. El sistema de evaluación ya no se basa en los individualismos sino que fomenta la cooperación puesto que el alumnado será evaluado de manera conjunta. Se fomenta la ayuda entre ellos (Espuelas, 2013).

El buen funcionamiento del grupo de trabajo es fundamental para el éxito del Aprendizaje Basado en Proyectos. Por ello se han realizado estudios acerca de los tipos de estudiantes, de agrupaciones y de técnicas para resolver problemas que afectan al trabajo cooperativo (Espuelas, 2013).

En un aula se pueden encontrar estudiantes dominantes disruptivos, dominantes motivados, apáticos desinteresados y apáticos callados. Mientras el primer y tercer tipo de estudiantes no colaboran con el desarrollo del proyecto, el segundo y cuarto tipos aportan cualidades positivas para su realización. Visto esto, se resalta la importancia de

establecer un criterio para formar los grupos de trabajo ya que puede ser muy positivo emparejar a alumnos con habilidades o actitudes complementarias (Espuelas, 2013).

Además, se debe tener en cuenta otro aspecto que afecta a la correcta cooperación para desarrollar el proyecto. Este aspecto es la asignación de roles; de esta manera cada estudiante tiene una tarea que realizar y por encargarse a lo largo de cada sesión. Se recomienda que dichos roles sean rotativos para que no se produzcan acomodamientos y se mantenga la actitud activa y motivada del alumnado (Espuelas, 2013).

3.5.1.2 Cambio de la desmotivación al interés

Que el profesorado investigue qué proyectos podrían despertar el interés del alumnado de la mejor manera posible es el primer paso para que el proyecto resulte exitoso. Cuanto más interés provoque el proyecto en el alumnado, éste estará en una mejor situación para investigar y resolver los proyectos que estén realizando. Mientras más involucrados estén los estudiantes en el proceso, más van a retener y a asumir la responsabilidad de su propio aprendizaje (Bottoms & Webb, 1998; Espuelas, 2013)

3.5.1.3 Cambio de la instrucción a la construcción

El constructivismo plantea que “cada alumno estructura su conocimiento del mundo a través de un patrón único, conectando cada nuevo hecho, experiencia o entendimiento en una estructura que crece de manera subjetiva y que lleva al aprendiz a establecer relaciones racionales y significativas con el mundo” (Bravo, 2012)

La educación apoyada en el constructivismo implica la experimentación y la resolución de problemas y considera que los errores no son contrarios al aprendizaje, sino más bien la base del mismo. Aprender no es ni cambiar unos puntos de vista por otros, ni añadir conocimientos a los existentes, sino transformar aquellos que ya se tienen (Bravo, 2012) (Ausubel & Gagné, 1969).

3.5.1.4 Cambio de la obediencia a la autonomía

La autonomía es un método de aprendizaje fomentado por el constructivismo. El papel del profesorado cambia radicalmente, éste ya no es una figura que demanda la atención continua de los alumnos hacia su persona, sino que en el aula se fomenta la libertad responsable. Los alumnos son los que tienen que organizar su tiempo y son ellos los que demandan ayuda por parte del profesor (Espuelas, 2013).

3.5.2 Planificación

Una vez que se tienen claros los cambios que debe haber en el método de enseñanza, es necesario planificar los objetivos que se desean alcanzar con el ABP. Para que el proyecto se planee y sea llevado a cabo de una manera efectiva los objetivos deben de estar claramente especificados. También se deben establecer los elementos esenciales del proyecto, así como las expectativas que se tienen respecto a él. Aunque existen diversas formas para elaborar este planteamiento, se deberían abordar los siguientes elementos (Espuelas, 2013)(Bottoms & Webb, 1998):

- **Situación o problema:** describir brevemente el tema o problema que el proyecto busca atender o resolver con relación a la asignatura y adecuado al alumnado al que va dirigido (Espuelas, 2013).
- **Descripción y propósito del proyecto:** una explicación concisa del objetivo del proyecto y de qué manera atiende éste la situación o el problema planteado (Espuelas, 2013).
- **Especificaciones de desempeño:** lista de criterios o estándares de calidad que el proyecto debe cumplir como mínimo, no se acota el proceso de resolución, así se fomenta la creatividad del alumnado, suponiendo un reto cognitivo para ellos (Espuelas, 2013).
- **Reglas, guías o instrucciones para desarrollar el proyecto:** incluyen la guía de diseño del proyecto, tiempo presupuestado y metas a corto plazo pero sin estructurar demasiado, para dejar abierto el desarrollo del mismo (Espuelas, 2013).
- **Listado de los participantes en el proyecto y de los roles que se les asignaron:** incluyendo los miembros del equipo y en el caso de necesitarlos, a

los expertos, miembros de la comunidad; y, personal de la institución educativa que participan en el desarrollo del proyecto (Espuelas, 2013).

- **Evaluación:** directrices claras sobre la forma de valorar el desempeño de los estudiantes (Espuelas, 2013).

3.5.3 Presentación y desarrollo del proyecto

Una vez que el alumnado posee los conocimientos previos para la elaboración del proyecto, se establecen los grupos de trabajo y se les hace una presentación del proyecto a desarrollar. En esta presentación existen diversos puntos que hay que abordar para que la utilización de este método de aprendizaje sea lo más eficaz posible. Dichos puntos serían los siguientes (Espuelas, 2013):

- Explicación detallada del proyecto que deben de hacer, siendo este un proyecto abierto que pueda ser resuelto de múltiples maneras, motivando el interés y la creatividad.
- Explicación de los objetivos que se planean conseguir con el proyecto así como cuáles son las reglas del mismo.
- Identificación de los recursos que se pueden utilizar durante el desarrollo del mismo.
- Explicación de las funciones tanto del alumnado como del docente.
- Explicación de la dedicación de tiempo que se va a otorgar al proyecto.
- Explicación de la forma de evaluación (Espuelas, 2013).

Durante el desarrollo del proyecto, según (Espuelas, 2013), el papel del docente no queda relegado. Aunque los estudiantes son quienes deben dedicarse a la elaboración del trabajo, el docente debe estar pendiente del cumplimiento de la metodología ABP. Entre sus funciones se destacan las siguientes:

- Asegurarse de que los estudiantes poco a poco van completando las tareas y las metas parciales del proyecto.
- Orientar a los grupos con los problemas y dudas que les surgirán en el transcurso del proyecto.
- Fomentar el aprendizaje cooperativo y la solución conjunta de los problemas.

- Permitir un tiempo para la reflexión sobre los contenidos que se van desarrollando.

3.5.4 Finalización del proyecto

Todo proyecto tiene como finalidad un bien, un producto, una presentación o una interpretación dirigida a una audiencia específica, dependiendo de la naturaleza del trabajo y sus objetivos (Espuelas, 2013).

Analizaremos esta conclusión desde el punto de vista de ambas partes involucradas, tanto desde el punto de vista del docente como del alumnado.

3.5.4.1 Desde la perspectiva del docente

- En la presentación por parte de los grupos debe propiciar la comunicación de modo que en cierta medida todos aprendan de los aprendizajes de los demás.
- Debe facilitar la discusión entre los distintos grupos y aportar la retroalimentación a los grupos que presenten sus proyectos.
- Fomenta la evaluación de unos grupos a otros así como la autoevaluación de cada grupo para favorecer el análisis crítico tanto a los demás, como a sí mismos.
- Reflexiona sobre el proyecto, las cosas que funcionaron bien y las que no, las cosas que pueden volver a ser utilizadas y las que es preciso modificar.

3.5.4.1 Desde la perspectiva del alumnado

- Tras completar el proyecto, deberá pulir el producto, presentación o interpretación que han de elaborar como conclusión del proyecto.
- Presentan el trabajo de la forma acordada previamente, por lo general toda la clase asiste a la presentación de los proyectos; y, participan al igual que el profesor ofreciendo retroalimentación.
- Tras la obtención de la retroalimentación recibida en la presentación, los grupos se autoanalizan y autoevalúan.

3.6 Conceptos Estadísticos

3.6.1 Población objetivo

Conjunto bien definido de N entes; alguna de cuyas características nos proponemos investigar (Zurita, 2010).

3.6.2 Unidades de investigación

Elementos de la Población Objetivo a los que se les efectúa las medidas bajo análisis (Zurita, 2010).

3.6.3 Observación

Cada uno de los valores incluidos en la Muestra (Zurita, 2010).

3.6.4 Muestra

Subconjunto de n observaciones efectuadas a igual número de unidades de investigación tomadas de la Población Objetivo (Zurita, 2010).

3.6.5 Variable

Alguna característica observable de los elementos de una población y que puede tomar diferentes valores (Rodríguez, 2007).

3.6.6. Experimento estadístico

Es un proceso que se diseña y realiza para obtener observaciones (Rodríguez, 2007).

3.6.7 Variable aleatoria

Es una variable cuyo valor es el resultado de un experimento estadístico (Rodríguez, 2007).

3.6.8 Muestra aleatoria de una población finita

Sea X una población finita y de tamaño N , que tiene distribución f ; una muestra de tamaño n , tomada de X , es denominada Muestra Aleatoria, cuando y solo cuando, al

tomarla, todo subconjunto de tamaño n en la Población X , tiene igual probabilidad de constituirse (Zurita, 2010).

3.6.9 Tamaño de la Muestra aleatoria de una población finita

Cuando no se conoce el tamaño de la Muestra para realizar un estudio estadístico, según (Zurita, 2010) una expresión muy extendida que orienta sobre el cálculo del tamaño de la muestra para datos globales es la siguiente:

$$n = \frac{n_0 N}{n_0 + N}$$

siendo:

$$n_0 = \frac{Z_{\alpha/2}^2 p(1 - p)}{E^2}$$

donde:

N : es el tamaño de la población.

E : es la diferencia entre el estimador y el parámetro.

p : es la proporción de la población

$Z_{\alpha/2}^2$: es el valor crítico a partir de la distribución normal estándar

α : es la probabilidad de tener un error mayor que E .

Como se observa, la expresión depende de la proporción p de la población, la misma que es desconocida. Si la estimación de p no se la puede determinar, el valor “worst case” que se puede obtener se consigue con $p=0,5$; el mismo que puede ser usado para determinar el tamaño de la Muestra, teniendo claro que al utilizarlo, n asume el valor máximo posible (Zurita, 2010).

3.6.10 Estadísticos descriptivos

La obtención de estadísticos descriptivos proporcionará una idea de las características de los datos: sus parámetros de centralización entre los que se incluyen la media y la mediana; así como sus parámetros de dispersión: rango, varianza, desviación típica.

3.6.10.1 Media

Es el promedio de los n datos contenidos en la Muestra (Zurita, 2010).

3.6.10.2 Mediana

Es el valor observado que ocupa el lugar central en un conjunto de datos ordenados (Zurita, 2010).

3.6.10.3 Rango

Es la diferencia entre el valor máximo y mínimo de la Muestra (Zurita, 2010).

3.6.10.4 Varianza Muestral

Es una medida de dispersión de una variable X con respecto a su Media y que está dada por:

$$s^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(X_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Este valor no puede ser negativo y será cero cuando y solo cuando, todas las observaciones adopten el mismo valor (Zurita, 2010).

3.6.10.5 Desviación Estándar de la Muestra

La Desviación Estándar o Desviación Típica de una Muestra se la denota por s y se la define igual a la raíz cuadrada positiva de la Varianza (Zurita, 2010).

$$s = + \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

3.6.11 Diagrama de Cajas

Es un esquema gráfico que nos permite obtener de manera rápida, aunque no necesariamente exacta, la distribución de los datos que conforman la Muestra (Zurita, 2010).

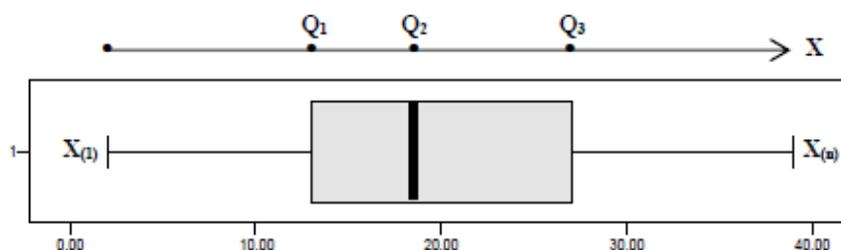


Gráfico 1. Diagrama de Cajas

Fuente: Probabilidad y Estadística (Zurita, 2010)

En el Diagrama de Cajas del gráfico anterior se presentan los valores correspondientes a los cuartiles Q_1 , Q_2 y Q_3 , así como los valores máximo y mínimo en la muestra, esto es $X_{(n)}$ y $X_{(1)}$; como puede verse, el diagrama está constituido por un rectángulo (caja) y dos segmentos de recta (bigotes).

La longitud de la caja es $Q_3 - Q_1$; el bigote del lado izquierdo se inicia en el valor mínimo $X_{(1)}$ y termina en Q_1 , mientras que el bigote del lado derecho comienza en Q_3 y termina en $X_{(n)}$. El segmento de recta resaltado al interior de la caja, determina el valor de la Mediana o Segundo cuartil Q_2 .

En la presencia de *Valores Extremos* o *Valores Aberrantes*, se debe reconceptualizar la construcción del Diagrama de Caja y en particular la longitud de los bigotes (Zurita, 2010).

3.6.12 Gráfico de Barras

Un diagrama de barras, diagrama de columnas o gráfico de barras permite representar gráficamente un conjunto de observaciones. El mismo está conformado por barras rectangulares de longitudes proporcionales a las observaciones representadas (Zacks, Levy, Tversky, & Schiano, 1998).

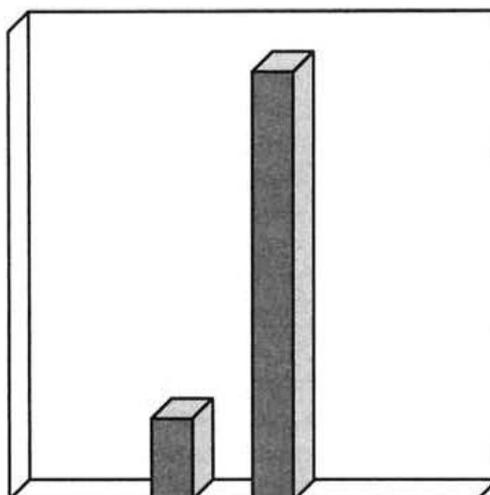


Gráfico 2. Gráfico de Barras

Fuente: Reading Bar Graphs (Zacks et al., 1998)

Los gráficos de barras son usados para comparar dos o más valores. Las barras pueden orientarse verticalmente u horizontalmente.

3.6.13 Prueba de Hipótesis

De acuerdo a (Rodríguez, 2007), esta técnica estadística es muy utilizada como soporte a la investigación sistemática y científica; consiste en suponer algún valor para el parámetro de interés y usar los datos de la muestra para aceptar o rechazar esta afirmación.

En la misma, se emplea el valor α que hace referencia al nivel de significancia de la Prueba y puede darse como un dato para la realización de la prueba. Algunos valores típicos para α son: 10%, 5%, 2%, 1%

En una Prueba de Hipótesis se definen:

H₀: Hipótesis nula. Es la hipótesis propuesta para el parámetro de interés.

H₁: Hipótesis alterna. Es la hipótesis que se plantea en oposición a **H₀** y que es aceptada en caso de que **H₀** sea rechazada.

Generalmente es de interés probar H_1 , por lo que se plantea H_0 con la esperanza de que sea rechazada mediante la información contenida en la muestra (Rodríguez, 2007).

3.6.13.1 Tipos de Pruebas

Sean θ : Parámetro de interés

θ_0 : Algún valor que se propone para el parámetro

Pruebas de una cola

- 1) $H_0: \theta = \theta_0$: (Hipótesis nula)
 $H_1: \theta < \theta_0$: (Hipótesis alterna)

- 2) $H_0: \theta = \theta_0$: (Hipótesis nula)
 $H_1: \theta > \theta_0$: (Hipótesis alterna)

Prueba de dos colas

- 3) $H_0: \theta = \theta_0$: (Hipótesis nula)
 $H_1: \theta < \theta_0 \vee \theta > \theta_0$: (Hipótesis alterna)

3.6.13.2 Procedimiento para realizar una Prueba de Hipótesis

Los pasos convenientes a seguir para realizar la Prueba de Hipótesis, según (Ramos & Plata, 2015) son:

- a) Planteamiento del contraste; es decir, formulación y contraposición de las hipótesis nula y alterna.
- b) Obtención del estadístico de prueba.
- c) Determinación de la región crítica de la prueba.
- d) Planteamiento de la conclusión en base al nivel de significancia de la prueba (*valor p*).

Si el valor del estadístico de prueba cae en la región de rechazo, la decisión es rechazar H_0 en favor de H_1 . Pero, si el valor no cae en esta región crítica, se dice que no hay evidencia suficiente para rechazar H_0 .

3.6.13.3 Valor p de una Prueba de Hipótesis

El *Valor p* de una prueba de hipótesis, o Probabilidad de Cola, es el valor de probabilidad correspondiente al área de la cola (o colas), a partir del valor observado y representa el nivel de significancia obtenido con la muestra (Rodríguez, 2007).

Si esta probabilidad es pequeña, es un indicativo de que los datos de la muestra no apoyan a la hipótesis nula propuesta, pues, el valor del estadístico de prueba se ubica lejos del valor propuesto para el parámetro. Pero si esta probabilidad es grande, significa que los datos de la muestra favorecen a la hipótesis nula, pues, el valor del estadístico se ubica cerca del valor especificado para el parámetro (Rodríguez, 2007).

3.6.14 Prueba T Pareada para media de la diferencia

De acuerdo a (Zurita, 2010), una de las condiciones más buscadas en estadística paramétrica es la independencia de las variables consideradas. Muchos resultados trascendentales se basan no solo en el tratamiento de características que sean idénticamente distribuidas, sino que además sean Estocásticamente Independientes; esto garantiza que cualquier par de variables X_1 y X_2 en consideración, tenga como propiedad $cov(X_1, X_2) = \sigma_{12} = 0$, lo cual en general simplifica muchos cálculos y resultados. No siempre es posible garantizar independencia estocástica y en ciertos casos podría ser notorio que no existe.

Es común el análisis de tendencia central de dos muestras que se sabe no son independientes, ya sea porque se efectúa la lectura de una característica a una misma unidad de investigación en dos distintas circunstancias; o porque se mide una característica a dos diferentes unidades que se encuentran “ligadas” de alguna forma.

De existir un “natural apareamiento” entre la lectura X_i y la lectura Y_i bajo consideración, las pruebas de “diferencias de medias” Independientes no son aplicables.

Las observaciones son medidas de manera pareada, de tal manera que a cada X_i le corresponde un Y_i obteniéndose así un conjunto de n observaciones pareadas, esto es:

$$(X_1 \ Y_1); (X_2 \ Y_2); \dots ; (X_i \ Y_i); \dots ; (X_n \ Y_n)$$

Se supone que la Media y la Varianza de X son respectivamente μ_1 y σ_1^2 , en tanto que la Media y la Varianza de Y son respectivamente μ_2 y σ_2^2 ; es obvio que no es apropiado suponer que la Covarianza σ_{12} entre X y Y sea cero; y, en el caso de que fuese cero, puede existir algún tipo de relación no lineal, que no es detectada por la Covarianza entre ambas variables.

En esta situación, se define una nueva Variable Aleatoria D, cuyos n valores observados son:

$$D = X_i - Y_i ; i = 1; 2; \dots ; n$$

(es la diferencia de los valores pareados)

D es una variable que se supone Normal cuya media y varianza son respectivamente μ_D y σ_D^2 .

De la Muestra Pareada obtenemos la Media Aritmética de la diferencia a la que denotamos \bar{D} ; y, además obtenemos la Varianza Muestral de la diferencia a la que expresamos como s_D^2 .

Lo que se postula en la Hipótesis Nula del Contraste de Hipótesis que estamos construyendo es que la media μ_D de la Diferencia Pareada es igual a un valor δ , mientras que la Hipótesis Alterna niega de manera unilateral o bilateral lo aseverado en la Hipótesis Nula H_0 .

El estadístico de prueba que permite construir la Región Crítica para el Contraste es:

$$T = \frac{\bar{D} - \delta}{s_D / \sqrt{n}}$$

El cual, como es de suponer, tiene distribución T de Student con $(n - 1)$ grados de libertad.

Formulando el contraste bilateral para la “Media de la diferencia”, este es:

$$H_0: \mu_D = \delta \quad \text{vs.} \quad H_1: \mu_D \neq \delta$$

H_0 , en situación pre-experimental, debe ser rechazada, con $(1 - \alpha)100\%$ de confianza siempre que el valor absoluto del Estadístico de Prueba $T = \frac{\bar{D} - \delta}{s_D/\sqrt{n}}$, sea mayor que el percentil $(1 - \alpha/2)100\%$ de la Distribución T de Student, con $(n - 1)$ grados de libertad, lo cual matemáticamente se expresa como:

$$\left| \frac{\bar{D} - \delta}{s_D/\sqrt{n}} \right| > t_{\alpha/2}$$

Los casos unilaterales deben seguir el patrón ya determinado para Contrastes de Hipótesis referente a Tendencia Central.

Si tenemos el Contraste:

$$H_0: \mu_D = \delta \quad \text{vs.} \quad H_1: \mu_D > \delta$$

La hipótesis Nula H_0 con $(1 - \alpha)100\%$ de confianza, debe ser rechazada en favor de H_1 si:

El Estadístico de Prueba T es mayor que $t_{(\alpha, n-1)}$, lo cual equivale a:

$$T = \frac{\bar{D} - \delta}{s_D/\sqrt{n}} > t_{(\alpha, n-1)}$$

Siendo $t_{(\alpha, n-1)}$ el percentil $(1 - \alpha)100$ de la distribución T de Student, con $(n-1)$ grados de libertad (Zurita, 2010).

3.6.15 Tablas de Contingencia

Se conocen también como tablas de doble entrada y se emplearán para registrar y analizar la asociación entre dos o más variables del estudio de naturaleza cualitativa. Estas tablas permiten estudiar a las variables de manera conjunta, estableciendo relaciones entre los diferentes niveles o atributos que éstas posean (Simpson, 2010).

En la Tabla 3, se muestran cada una de las $r \times c$ celdas y dentro de ellas el

correspondiente valor n_{ij} , $i = 1; 2; \dots; r$, $j = 1; 2; \dots; c$ así como las sumas de los valores en las celdas vertical y horizontalmente consideradas (Zurita, 2010).

Tabla 3. Tabla de Contingencia para dos Factores

Factor A	Factor B				$n_{i.}$
	1	2	...	C	
1	n_{11}	n_{12}	...	n_{1c}	$n_{1.}$
2	n_{21}	n_{22}	...	n_{2c}	$n_{2.}$
.			.		.
.			.		.
.			.		.
r	n_{r1}	n_{r2}	...	n_{rc}	$n_{r.}$
$n_{.j}$	$n_{.1}$	$n_{.2}$...	$n_{.c}$	n

Fuente: Probabilidad y Estadística (Zurita, 2010)

3.6.16 Prueba Chi-Cuadrado de Independencia

Según (Zurita, 2010), uno de los principales cuestionamientos que debe plantearse un investigador entre los factores de una tabla de contingencia es si estos son o no Estocásticamente Independientes entre sí.

Considerando que \hat{p}_{ij} puede ser estimada por $\hat{p}_{ij} = \frac{n_{ij}}{n}$, donde \hat{p}_{ij} representa la probabilidad de que una unidad de investigación se encuentre en el *nivel* i del Factor A y al mismo tiempo en el *nivel* j del Factor B, se puede construir una estimación de la Distribución Conjunta de A y B como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4. Estimación de la Distribución Conjunta y Marginales de dos Factores

Factor A	Factor B			<i>Marginal del Factor B</i>
	1	2	3	
1	\hat{p}_{11}	\hat{p}_{12}	\hat{p}_{13}	$\hat{p}_{11} + \hat{p}_{12} + \hat{p}_{13}$
2	\hat{p}_{21}	\hat{p}_{22}	\hat{p}_{23}	$\hat{p}_{21} + \hat{p}_{22} + \hat{p}_{23}$
3	\hat{p}_{31}	\hat{p}_{32}	\hat{p}_{33}	$\hat{p}_{31} + \hat{p}_{32} + \hat{p}_{33}$
<i>Marginal del Factor A</i>	$\hat{p}_{11} + \hat{p}_{21} + \hat{p}_{31}$	$\hat{p}_{12} + \hat{p}_{22} + \hat{p}_{32}$	$\hat{p}_{13} + \hat{p}_{23} + \hat{p}_{33}$	1

Fuente: Probabilidad y Estadística (Zurita, 2010)

En la tabla anterior se observa dos Factores, A que tiene tres niveles y B también, presentándose la estimación de la Distribución Conjunta de A y B, así como las Marginales de A y de B.

Bajo este esquema, se plantea el siguiente Contraste de Hipótesis:

H₀: El Factor A es estocásticamente independiente del Factor B

vs.

H₁: Los Factor A y B *no* son estocásticamente independientes

Si la hipótesis nula fuese verdadera, debería cumplirse que:

$$\hat{p}_{ij} = p_i \times p_j; \text{ para } i = 1; 2; \dots; r; y, j = 1; 2; \dots; c$$

Donde:

$$p_i = n_{i.}/n; y,$$

$$p_j = n_{.j}/n$$

Consecuentemente,

$$n_{ij} = np_{ij}$$

Bajo el supuesto de que **H₀** es verdadera la Variable Aleatoria n_{ij} se espera tenga:

$$\begin{aligned} E_{ij} &= E(n_{ij}) = n \times p_{ij} \\ &= n \times p_i \times p_j = n \left(\frac{n_{i.}}{n} \right) \left(\frac{n_{.j}}{n} \right) = \frac{n_{i.}n_{.j}}{n} \end{aligned}$$

Por tanto se espera leer E_{ij} si es que la Hipótesis Nula es verdadera, mas lo que se lee es el valor n_{ij} , valor que de cumplirse el supuesto de independencia de los Factores A y B, debe ser cercano a E_{ij} .

Basados en que:

$$Z_i = \frac{X_i - n_i p_i}{\sqrt{n_i p_i (1 - p_i)}}; i = 1; 2; \dots; k$$

Converge en Distribución a una Normal Estándar, lo cual significa que el tamaño

muestral debe ser “grande”; y, que Z_i^2 es Chi-Cuadrado con un grado de libertad; y, en consecuencia, bajo estas condiciones, el estadístico:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \left[\frac{(n_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \right]$$

Puede ser aproximado a una Variable Aleatoria Chi-Cuadrado con $(r - 1)(c - 1)$ grados de libertad.

Esta es la razón por la que el Estadístico χ^2 descrito en líneas previas es utilizado para determinar si se debe rechazar la Hipótesis Nula del Contraste relacionado con Independencia de Factores, lo cual se sintetiza en:

H₀: El Factor A es estocásticamente independiente del Factor B

vs.

H₁: Los Factor A y B *no* son estocásticamente independientes

Por lo que con $(1 - \alpha)100\%$ de confianza, **H₀** debe ser rechazada en favor de **H₁** si el Estadístico de Prueba

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \left[\frac{(n_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \right]$$

es mayor que el percentil $(1 - \alpha)100\%$ de la Distribución χ^2 que tiene $(r-1)(c-1)$ grados de libertad; este percentil es denotado por $\chi^2_{(\alpha,(r-1)(c-1))}$.

3.6.17 Fiabilidad de Pruebas

De acuerdo a (George & Mallery, 2003) la fiabilidad se relaciona con el hecho de que el instrumento de medición produzca los mismos resultados cada vez que sea administrado a la misma persona y bajo las mismas circunstancias.

En el presente trabajo, para la valoración de la fiabilidad de las pruebas Inicial y Final se ha utilizado el alfa de Cronbach, que es el indicador más ampliamente empleado para

este tipo de análisis. Este coeficiente determina la consistencia interna de una escala analizando la correlación media de una variable con todas las demás que integran dicha escala. Toma valores entre 0 y 1, aunque también puede mostrar valores negativos (lo que indicaría que en la escala hay ítems que miden lo opuesto al resto). Cuanto más se acerque el coeficiente a la unidad, mayor será la consistencia interna de los indicadores en la escala evaluada.

Según (George & Mallery, 2003) el alfa de Cronbach por debajo de 0,5 muestra un nivel de fiabilidad no aceptable; si tomara un valor entre 0,5 y 0,6 se podría considerar como un nivel pobre; si se situara entre 0,6 y 0,7 se estaría ante un nivel débil; entre 0,7 y 0,8 haría referencia a un nivel adecuado; en el intervalo 0,8-0,9 se podría calificar como de un nivel bueno, y si tomara un valor superior a 0,9 sería excelente.

3.6.18 Procesamiento y análisis de los datos

Para la organización de datos, luego de la recopilación de los mismos, se utilizará una hoja de cálculo en Excel.

El software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) se empleará con el propósito de desarrollar los diferentes análisis estadísticos, contribuyendo de esta manera a una eficaz manipulación de las bases de datos generadas, así como a la aplicación de las diferentes pruebas antes referidas.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

El experimento es el método empírico de estudio de un objeto, en el cual el investigador crea las condiciones necesarias o adecua las existentes, para el esclarecimiento de las propiedades y relaciones.

Se utilizó el método experimental porque dentro de los métodos empíricos resulta el más complejo y eficaz; el mismo que surge como resultado del desarrollo de la técnica y del conocimiento humano, como consecuencia del esfuerzo que realiza el hombre por penetrar en lo desconocido a través de su actividad transformadora. (Oriente, 2012).

4.1 Estructuración de Proyecto para ABP

Para efectos de aplicar la metodología de estudio se acogieron las disposiciones enmarcadas dentro del Programa Curricular y los perfiles de salida de los estudiantes del Curso Nivelatorio de la Institución de Educación Superior. Esto con el fin de acoplar los lineamientos de la Metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos y los objetivos que persigue dicho centro educativo, sin modificar los contenidos de estudio y validar la eficacia del ABP.

Tema: Máquina de Galton

Sobre una superficie plana se deben distribuir elementos adheridos a la misma, para que cuando se lancen bolitas desde el extremo, éstas caigan chocando con dichos elementos. Las bolitas chocarán con el primer elemento y con una probabilidad de 0,5 se podrán dirigir hacia la izquierda o derecha de la superficie. Mientras las bolitas van recorriendo, pueden tomar caminos aleatorios hasta finalizar en alguno de los canales construidos en el otro extremo de la superficie.

Si la cantidad de bolitas es bastante grande, la figura formada en la parte inferior es una curva muy conocida en Estadística y que tiene múltiples aplicaciones en estudios de contexto real.

Perfil de los estudiantes participantes:

Alumnos del Curso de Nivelación de una IES de la región costa ecuatoriana, aspirantes a carreras relacionadas con la Ingeniería, que cursen diferentes paralelos de la asignatura de Matemáticas para Ingenierías.

Producto final:

Elaboración de una maqueta de la Máquina de Galton, junto a un informe sobre su diseño y construcción, que se acompañará de la exposición o presentación de las características y conceptos relacionados con Teoría de Probabilidades y la Combinatoria.

La presentación del producto final se expondrá públicamente, ante la clase y ante el resto de la comunidad educativa.

Objetivos:

El estudiante estará en capacidad de:

1. Relacionarse con los números combinatorios del triángulo de Pascal.
2. Entender sobre números triangulares
3. Entender sobre números tetraédricos.
4. Familiarizarse con la distribución binomial de probabilidades.
5. Familiarizarse con la distribución normal de probabilidades.

Contenidos:

Mediante las actividades del Aprendizaje Basado en Proyectos se pretende trabajar los siguientes contenidos:

- Técnicas de conteo
- Factorial
- Combinatoria
- Propiedades de las Combinatorias
- Principio de la suma
- Principio de la multiplicación
- Permutaciones

- Combinaciones
- Teorema del binomio
- Probabilidades
- Experimento aleatorio
- Espacio muestral
- Evento o suceso
- Eventos mutuamente excluyentes
- Eventos complementarios
- Probabilidad clásica

Socialización

Al trabajarse mediante la metodología de ABP se debe recordar que se hará especial énfasis en las habilidades socioemocionales desde el mismo instante en que se solicita conformar grupos heterogéneos de alumnos que deberán realizar un trabajo cooperativo.

A los estudiantes en mención se les demandará la ejecución de un producto final (Máquina de Galton) que supone la incorporación de la metodología empleada; para ello, se entregan las directrices del proyecto con el fin de que los estudiantes se familiaricen con las mismas. Se establecen además los plazos para la entrega del prototipo, objeto de investigación; así como las fechas de avance semanal con el fin de supervisar y encaminar el proyecto de acuerdo a lo esperado.

Diseño de pruebas

Se prevé diseñar un instrumento de evaluación; de carácter objetivo, individual, y de opción múltiple, con el fin de evaluar los objetivos planteados en los paralelos objeto de estudio, tanto para la prueba Inicial como para la Final, las mismas que contienen 10 ítems correspondiendo a cada ítem 1 punto, es decir una calificación máxima de 10 puntos por prueba. (Véase Anexos)

Evaluación

En los mencionados paralelos se receptorá una prueba Inicial (pre-test) para medir el nivel de conocimientos de los estudiantes, una vez que se hayan familiarizado con las

directrices del proyecto que guarda relación con la solución del problema práctico (Máquina de Galton) sobre Teoría de Probabilidades y la Combinatoria, tema constante en el programa del curso.

Luego de desarrollado el proyecto, se les aplicará una prueba Final (post test), de las mismas características de la Inicial, con el fin de hacer una nueva medición del nivel de conocimientos de los estudiantes.

Además, para contribuir a la evaluación integral, se implementará el seguimiento sistemático del proceso formativo con el propósito que los alumnos sean conscientes de cuál es el aprendizaje y las competencias que se espera desarrollen, de forma que se faciliten la autoevaluación y la coevaluación a lo largo del proceso. Además, se estructurará una rúbrica que servirá para evaluar la calidad del producto final, así como su presentación y socialización. (Véase Anexos)

4.2 Descripción de la Población Objetivo

Los cursos de nivelación están dirigidos a estudiantes que luego de rendir el Examen Nacional para la Educación Superior (ENES), obtuvieron un cupo en la referida IES. La duración del Curso de Nivelación para las diferentes Carreras es de 6 meses, teniendo como finalidad preparar a los estudiantes, de acuerdo a su perfil, en cinco grandes áreas del conocimiento: Artes, Servicios, Educación Comercial, Agricultura y Ciencias e Ingeniería. Durante este curso, los estudiantes reciben asignaturas relacionadas al área de conocimiento de la Carrera en la que obtuvieron un cupo.

El área en la cual se implementará la metodología propuesta (ABP) es Matemáticas para Ingenierías. Matemáticas es una asignatura fundamental del curso nivelatorio para la preparación de los futuros estudiantes de Ingeniería, la cual sienta las bases necesarias para garantizar el desempeño académico en el transcurso de las asignaturas de su vida universitaria. El programa de Matemáticas para Ingenierías abarca los siguientes tópicos: Lógica y Conjuntos, Números Reales, Funciones de una Variable Real, Trigonometría, Matrices y Sistemas de Ecuaciones e Inecuaciones, Números Complejos, Geometría Plana, Geometría del Espacio, Vectores en el Espacio,

Geometría Analítica; y, Estadística y Probabilidades.

La población objetivo para la presente experimentación, está conformada por 202 estudiantes, distribuidos en 8 paralelos, correspondientes a una franja horaria específica (7h00 a 9h00), los cuales fueron evaluados mediante las Pruebas Inicial y Final implementadas con el propósito de medir la eficiencia de la metodología ABP, en cuanto a la mejora del rendimiento académico de los estudiantes.

4.3 Tamaño de la muestra

Con el fin de determinar el tamaño de muestra a partir de la población objetivo $N = 202$, se considerará un error de diseño $E = 0,05$; confianza de 95%, con un valor crítico de $Z_{0,025} = 1,96$; y, una proporción de la población $p = 0,5$.

Con lo cual,

$$n_0 = \frac{(1,96)^2 (0,5)(0,5)}{(0,05)^2}$$
$$n_0 = 384,16$$

Luego, el tamaño de la Muestra se calcula como:

$$n = \frac{(384,16)(202)}{384,16 + 202}$$
$$n \approx 132,387$$

Para efecto de los cálculos se considerará un tamaño de muestra correspondiente a 132 unidades de investigación (estudiantes), las mismas que se tomaron aleatoriamente mediante la utilización del software SPSS.

4.4 Prueba T Pareada para media de la diferencia

En esta prueba, a partir de las calificaciones de los estudiantes de la Muestra en la Prueba Inicial y en la Final, la hipótesis nula postula que no existe diferencia en dichas calificaciones luego de implementada la metodología ABP, planteándose esta diferencia como:

$$D = X_{FINAL} - X_{INICIAL}$$

Siendo:

X_{FINAL} : La calificación que obtuvo el estudiante en la Prueba Final.

$X_{INICIAL}$: La calificación que obtuvo el estudiante en la Prueba Inicial.

Con el apoyo de SPSS, los resultados que se obtuvieron se presentan en la siguiente Tabla:

Tabla 5. Prueba T para media de la diferencia

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 POST_TEST - PRE_TEST	1,47727	2,22225	,19342	1,09464	1,85991	7,638	131	,000

Elaborada por: El Autor

El *valor p* de la prueba conduce a rechazar la Hipótesis nula; es decir, sí existen diferencias antes y después de implementar la metodología ABP.

4.5 Estadísticos descriptivos

Con base a lo anterior, se procede a calcular los estadísticos descriptivos básicos de los resultados tanto para la Prueba Inicial como para la Final, los mismos que se muestran a continuación:

Tabla 6. Estadísticos Descriptivos Prueba Inicial

PARALELO	n	Media	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Rango
PARALELO1	20	7,6000	8,0000	1,72901	3,00	10,00	7,00
PARALELO2	13	5,6923	6,0000	1,49358	4,00	8,00	4,00
PARALELO3	21	6,1905	6,0000	1,93956	2,00	10,00	8,00
PARALELO4	15	5,3333	6,0000	3,13202	,00	9,00	9,00
PARALELO5	9	3,4444	3,0000	1,50923	1,00	6,00	5,00
PARALELO6	16	5,8125	6,0000	2,00728	3,00	10,00	7,00
PARALELO7	20	5,0000	5,0000	2,10263	1,00	9,00	8,00
PARALELO8	18	5,7778	6,0000	1,83289	3,00	10,00	7,00
Total	132	5,7879	6,0000	2,22762	,00	10,00	10,00

Elaborada por: El Autor

Los resultados que presenta la Tabla 6 corresponden a los Estadísticos obtenidos luego de aplicar la prueba Inicial, antes de la utilización de la metodología ABP, al grupo de

132 estudiantes que conforman la Muestra. Se evidencia que el promedio de las calificaciones de todos los paralelos es $\bar{x} = 5,78$; con una desviación típica $s = 2,22$. El valor de mediana varía desde $\tilde{x} = 3$ en el Paralelo 5 hasta $\tilde{x} = 8$ en el Paralelo 1. Adicionalmente, el rango de las calificaciones de todos los paralelos varía desde $R=4$ hasta $R=9$.

Tabla 7. Estadísticos Descriptivos Prueba Final

PARALELO	n	Media	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Rango
PARALELO1	20	8,2000	8,5000	1,47256	5,00	10,00	5,00
PARALELO2	13	7,0000	7,0000	1,95789	4,00	10,00	6,00
PARALELO3	21	6,8571	7,0000	2,12804	2,00	10,00	8,00
PARALELO4	15	7,7333	8,0000	1,43759	4,00	10,00	6,00
PARALELO5	9	6,0000	6,0000	1,65831	3,00	9,00	6,00
PARALELO6	16	6,7500	7,0000	1,57056	3,00	9,00	6,00
PARALELO7	20	7,2500	8,0000	2,19749	2,00	10,00	8,00
PARALELO8	18	7,6111	8,0000	1,28973	5,00	10,00	5,00
Total	132	7,2652	7,5000	1,81537	2,00	10,00	8,00

Elaborada por: El Autor

Los resultados que presenta la Tabla 7 corresponden a los Estadísticos obtenidos luego de receptor la prueba Final, una vez que la metodología ABP fue aplicada, a los mismos 132 estudiantes objeto de estudio. Se evidencia que el promedio de calificaciones de todos los paralelos es $\bar{x} = 7,26$; con una desviación típica $s = 1,81$. El valor de mediana varía desde $\tilde{x} = 6$ en el Paralelo 5 hasta $\tilde{x} = 8,5$ en el Paralelo 1. Adicionalmente, el rango de las calificaciones de todos los paralelos varía desde $R = 5$ hasta $R = 8$.

Complementando los resultados de la Prueba T Pareada se puede confirmar que efectivamente el promedio de calificaciones aumentó luego que se aplicó la metodología ABP.

4.6 Diagramas de Cajas

En el siguiente gráfico se representan los Diagrama de Cajas agrupados de las calificaciones obtenidas tanto en la Prueba Inicial (PRE_TEST) como en la Prueba Final (POST_TEST).

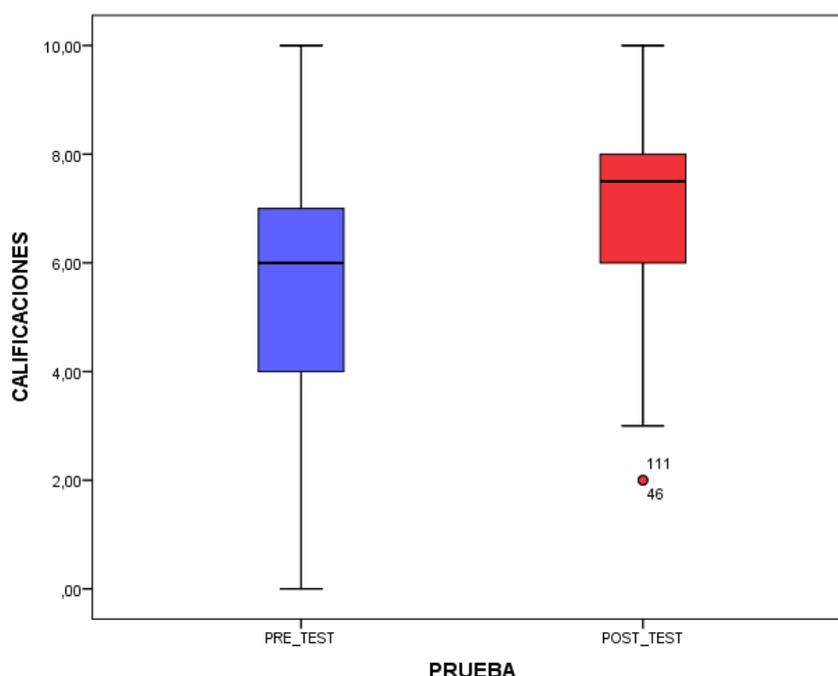


Gráfico 3. Diagramas de Cajas Prueba Inicial vs Prueba Final
Elaborado por: El Autor

Al comparar los diagramas de cajas se observa que el Rango Intercuartílico (RI) de la Prueba Inicial es $RI=3$, el mismo que comprende el 50% de las calificaciones en esta prueba; es decir, calificaciones de 66 estudiantes de un total de 132. Mientras que en la Prueba Final $RI=2$, concluyéndose que el 50% de las calificaciones registran una variación de 2 puntos.

Adicionalmente, el rango (R) de calificaciones en la prueba Inicial es 10 y en la Final 8.

El Segundo Cuartil (Q_2) en la prueba Inicial es la calificación de 6/10, lo cual quiere decir que el 50% de las calificaciones están por debajo de este puntaje. En la prueba Final Q_2 es la calificación de 7,5/10; ubicándose bajo este puntaje el 50% de las calificaciones resultantes. Es relevante anotar que en la Prueba Final existen dos calificaciones atípicas, mismas que son significativamente menores que el común de las calificaciones.

4.7 Gráfico de Barras

El siguiente Gráfico de Barras permite visualizar la mejora de los promedios de calificaciones obtenidos en todos los paralelos tanto para la prueba Inicial como para la

Final.

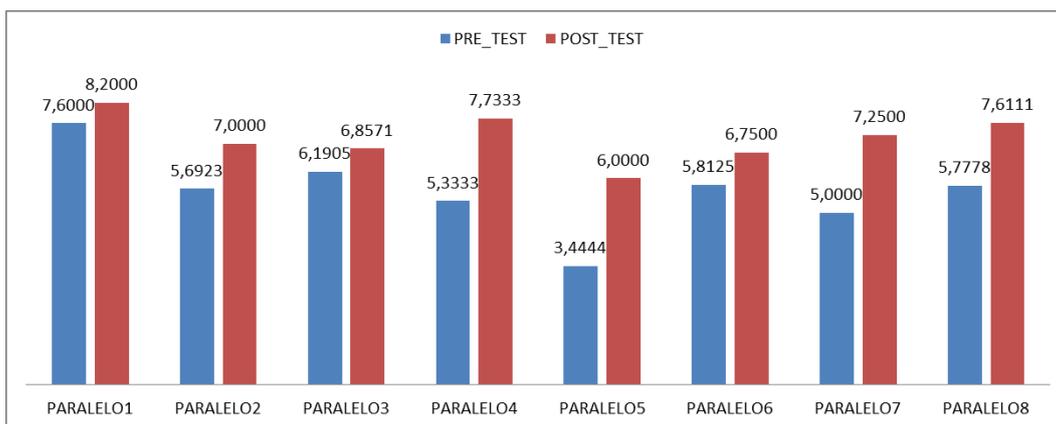


Gráfico 4. Comparación de Promedios por Paralelo
Elaborado por: El autor

Es importante indicar que la mejora en las calificaciones para los 8 paralelos no es constante, lo cual podría deberse a diversos factores que influyeron en el proceso de aplicación de la metodología ABP.

4.8 Tablas de contingencia

Partiendo del supuesto de que la aprobación del curso nivelatorio en la asignatura Matemáticas depende de la calificación del proyecto, tomando en cuenta que esta debe ser como mínimo de 7,5 de un total de 10 puntos; y, analizando posibles factores que inciden en ella, se ha considerado pertinente realizar una clasificación de las calificaciones obtenidas por los estudiantes utilizando dos factores: la aprobación de la asignatura y el paralelo, centrándose este último factor en el rol que desempeña el profesor; quien resulta un elemento clave al momento de guiar, organizar y motivar a los estudiantes a fin de que al culminar sus proyectos, el aprendizaje sea significativo.

En la siguiente tabla de contingencia se están tomando en cuenta estos dos factores a partir de los resultados de la Prueba Inicial, pudiéndose observar que sólo 30 estudiantes de la Muestra aprobarían la asignatura, frecuencia que representa el 22,7% del total analizado (Véase Tabla 8).

Tabla 8. Tabla de Contingencia relacionando Aprobación y Paralelo en la Prueba Inicial

			APROBACION_INICIAL		Total
			NO	SI	
PARALELO	PARALELO1	Recuento	8	12	20
		% del total	6,1%	9,1%	15,2%
	PARALELO2	Recuento	11	2	13
		% del total	8,3%	1,5%	9,8%
	PARALELO3	Recuento	16	5	21
		% del total	12,1%	3,8%	15,9%
	PARALELO4	Recuento	12	3	15
		% del total	9,1%	2,3%	11,4%
	PARALELO5	Recuento	9	0	9
		% del total	6,8%	0,0%	6,8%
	PARALELO6	Recuento	14	2	16
		% del total	10,6%	1,5%	12,1%
	PARALELO7	Recuento	17	3	20
		% del total	12,9%	2,3%	15,2%
	PARALELO8	Recuento	15	3	18
		% del total	11,4%	2,3%	13,6%
Total		Recuento	102	30	132
		% del total	77,3%	22,7%	100,0%

Elaborada por: el Autor

En la Tabla 9 se presenta la clasificación de las calificaciones considerando los dos factores antes referidos, pero esta vez con los resultados de la Prueba Final, pudiéndose observar que luego de la aplicación de la metodología ABP, 66 estudiantes de la muestra aprobarían la asignatura, frecuencia que representa el 50% del total analizado, con lo cual se evidencia una mejora en la aprobación del curso de 27,3 puntos porcentuales.

Tabla 9. Tabla de Contingencia relacionando Aprobación y Paralelo en la Prueba Final

			APROBACION_FINAL		Total
			NO	SI	
PARALELO	PARALELO1	Recuento	6	14	20
		% del total	4,5%	10,6%	15,2%
	PARALELO2	Recuento	8	5	13
		% del total	6,1%	3,8%	9,8%
	PARALELO3	Recuento	12	9	21
		% del total	9,1%	6,8%	15,9%
	PARALELO4	Recuento	6	9	15
		% del total	4,5%	6,8%	11,4%
	PARALELO5	Recuento	8	1	9
		% del total	6,1%	0,8%	6,8%
	PARALELO6	Recuento	11	5	16
		% del total	8,3%	3,8%	12,1%
	PARALELO7	Recuento	7	13	20
		% del total	5,3%	9,8%	15,2%
	PARALELO8	Recuento	8	10	18
		% del total	6,1%	7,6%	13,6%
Total		Recuento	66	66	132
		% del total	50,0%	50,0%	100,0%

Elaborada por: el Autor

4.9 Prueba Chi-Cuadrado de Independencia

Los resultados que se obtuvieron a partir de la Tabla de Contingencia de las calificaciones de la Prueba Final, permiten plantear un nuevo contraste de hipótesis a fin de comprobar si los factores en mención son estocásticamente independientes o no.

Para este contraste consideraremos la aproximación a una variable aleatoria Chi-Cuadrado, postulándose como hipótesis nula que los factores Aprobación de la Asignatura y Paralelo son estocásticamente independientes, a favor de la alterna que establece que no lo son.

Tabla 10. Contraste Chi-Cuadrado para Prueba Final

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	14,638	7	,041
Razón de verosimilitud	15,578	7	,029
N de casos válidos	132		

Elaborada por: el Autor

Realizando el contraste a partir de la Tabla de Contingencia para la prueba Final, se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 10. El valor obtenido para la significancia proporciona la evidencia estadística necesaria para no aceptar la hipótesis nula, concluyéndose que la aprobación de la materia fundamentada en ABP y el paralelo no son factores independientes, lo cual entre otras razones podría obedecer a la labor que el profesor, responsable de la dirección del proyecto en cada paralelo, desplegó durante la aplicación de la metodología, incidiendo esto en la calificación alcanzada en la Asignatura.

4.9 Fiabilidad de Pruebas

Tal como se explicó con anterioridad, con el fin de garantizar la confiabilidad de las pruebas, utilizando SPSS se calculó el Alfa de Cronbach para los ítems de las pruebas Inicial y Final obteniéndose los resultados que se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11. Coeficiente Alfa de Cronbach para Prueba Inicial y Final

N de elementos	Alfa de Cronbach Pre-test	Alfa de Cronbach Post-test
10	,605	,550

Elaborada por: El Autor

Con estos resultados, de acuerdo a la opinión de los expertos, se garantiza que en una futura aplicación de estas mismas pruebas en las fases inicial y final diseñadas con el propósito de medir el aprendizaje significativo utilizando ABP, por supuesto a través de la implementación de un proyecto de semejantes características, se tendrá similitud en los resultados obtenidos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego de la realización del presente proyecto se puede concluir que:

- ❖ El aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es un método de enseñanza que contribuye a mejorar el rendimiento académico de los estudiantes, cuando es llevado a cabo dentro de los parámetros correspondientes. En la Institución de Educación Superior objeto de estudio, se evidenció la mejora mediante una prueba T Pareada, obteniéndose $t = 7,63$ y un *valor p* = 0.
- ❖ Durante el proceso de ABP los estudiantes se involucraron y motivaron entre sí, dentro de los diferentes grupos de trabajo, con el propósito de plantear una solución al proyecto propuesto mediante la investigación activa y la consulta de diversas fuentes bibliográficas.
- ❖ El aprendizaje generado de la participación proactiva en cada grupo llevó a los estudiantes a tomar roles y apoyarse los unos a los otros, logrando un aprendizaje significativo, lo cual se evidencia con la mejora del promedio de calificaciones de los estudiantes de la muestra de $\bar{x} = 5,78$ a $\bar{x} = 7,26$ sobre un total máximo de 10 puntos.
- ❖ El Rango Intercuartílico de las calificaciones obtenidas en la Prueba Inicial fue de 3 puntos, mientras que en la Final fue de 2 puntos. Los diagramas de cajas también permiten concluir que los tres cuartiles (Q_1 , Q_2 , Q_3) alcanzan valores menores en la prueba Inicial, observándose que el rango de calificaciones es mayor en la Prueba Inicial y menor en la Prueba Final.
- ❖ El Gráfico de Barras construido permitió visualizar la mejora lograda en las calificaciones de los estudiantes luego de la metodología ABP. Asimismo, se observa que dicha mejora varía según el paralelo.
- ❖ Adicionalmente, la búsqueda de soluciones creativas mantuvo a los estudiantes motivados por lo que se evidenció que el porcentaje de estudiantes que habían

obtenido inicialmente calificaciones mayores a 7,5 aumentó de 22,7% en la Prueba Inicial a 50% en la Prueba Final.

- ❖ Los factores Aprobación de la Asignatura y Paralelo en la Prueba Final evidenciaron no ser estocásticamente independientes, con una significancia de 0,041 obtenida en la Prueba Chi-Cuadrado, lo cual posiblemente obedece a la injerencia que tiene el rol del profesor en la metodología ABP.
- ❖ Las pruebas diseñadas y aplicadas cada una de ellas con 10 ítems, permitieron medir el nivel de conocimientos antes y después de ABP, las mismas que obtuvieron niveles de confiabilidad aceptables de 0,605 y 0,550 para la Prueba Inicial y Final, respectivamente.
- ❖ Los análisis estadísticos de los datos a partir de la muestra seleccionada, permiten realizar inferencias para la población, evidenciándose las ventajas de la aplicación sistémica de la metodología ABP.

De igual forma, se sugieren las siguientes recomendaciones a partir de la experiencia en cuanto a la aplicación de la metodología ABP:

- ❖ Al momento de estructurar un proyecto de esta naturaleza se deben incluir todos los componentes necesarios para que se fortalezca eficientemente el proceso de enseñanza-aprendizaje y todas las partes involucradas obtengan el mayor beneficio.
- ❖ Es de trascendental importancia concienciar a los docentes en cuanto a su compromiso para garantizar el éxito de esta metodología, capacitándolos en caso de ser necesario, en los diferentes aspectos que exige la buena marcha de la misma.
- ❖ La creación de una bitácora que permita recoger las actividades trabajadas en el proceso de creación, ejecución y evaluación del proyecto, constituye una buena práctica para reflexionar, analizar y enmendar errores detectados, todo lo cual redundará en mejorar continuamente.

- ❖ Los productos obtenidos al finalizar el proyecto deberían exponerse a la comunidad con el propósito de contribuir a la formación integral del estudiante, mejorando no sólo su nivel de conocimientos, sino sus habilidades socioemocionales.

- ❖ La evaluación objetiva de los resultados alcanzados a partir de la aplicación de la metodología ABP se vuelve imprescindible para la toma de decisiones. En este sentido, el procesamiento y análisis estadístico de los datos; así como la medición en los diferentes momentos del desarrollo de un proyecto de estas características, debe incluirse como actividad en todo plan de implementación de este tipo de metodologías como base para el proceso de enseñanza-aprendizaje.

- ❖ Los resultados obtenidos al evaluar la aplicación metodológica alrededor de la cual gira el presente proyecto de graduación, constituyen la justificación necesaria para seguir motivando a las diferentes Instituciones educativas del país para que continúen incorporando en sus aulas el aprendizaje basado en proyectos, realizándose estudios más específicos; que contribuyan al mejoramiento de la formación académica, científica y personal de los estudiantes para enfrentar con seguridad los actuales y futuros desafíos del siglo XXI.

BIBLIOGRAFÍA

- Abbott, J., & Ryan, T. (1999). Constructing Knowledge and Shaping Brains. *The 21st Century Learning Initiative*.
- Alcober, J., Ruiz, S., & Valero, M. (2003). Evaluación de la Implementación del Aprendizaje Basado En Proyectos En La Epsc (2001-2003). *Escuela Politécnica Superior de Castelldefels ,Universidad Politécnica de Cataluña, 1(1)*, 1–10.
- Aliane, N., & Bemposta, S. (2007). Una Experiencia de Aprendizaje Basado en Proyectos en una Asignatura de Robótica. *Institute of Electrical and Electronics Engineer, 2*, 71–76.
- Angurel, L.A., Ríos, R. (2013). Aprendizaje Basado en Proyectos aplicado a la asignatura Deformación y fractura de Materiales de uso en Ingeniería. *Journal of Chemical Information and Modeling, 53(9)*, 1689–1699. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Ausubel, D. P., & Gagné, R. M. (1969). Educational Psychology: A Cognitive View. *American Educational Research Journal, 6(2)*, 287. <http://doi.org/10.2307/1161899>
- Bas, G. (2011). Investigating the effects of project-based learning on students ' academic achievement and attitudes towards english lesson. *The Online Journal of New Horizon In Education, 1(4)*, 1–15.
- Batanero, C., & Díaz, C. (2004). El papel de los proyectos en la enseñanza y aprendizaje de la estadística. *Universidad de Granada, 1*, 1–22. Retrieved from [http://files.innova-edu.webnode.com/200002454-522b053251/ICE \(2004\) El Papel de los Proyectos en la Enseñanza y Aprendizaje de la Estadística.pdf](http://files.innova-edu.webnode.com/200002454-522b053251/ICE (2004) El Papel de los Proyectos en la Enseñanza y Aprendizaje de la Estadística.pdf)
- Bottoms, G., & Webb, L. D. (1998). Connecting the curriculum to Real life. Breaking Ranks: Making it happen. *National Association of Secondary School Principals*.
- Bravo, D. (2012). *Trabajo fin de máster el aprendizaje basado en proyectos y su uso para la educación en valores*. Universidad de Navarra.
- Cenich, G., & Santos, G. (2005). Propuesta de aprendizaje basado en proyecto y trabajo colaborativo: experiencia de un curso en línea. *Revista Electrónica de Investigación, 7(2)*, 1–19. Retrieved from <http://redie.uabc.mx/vol7no2/contenido-cenich.html>

- Coria, M. (2009). El Aprendizaje por Proyectos: Una metodología diferente. *E-Formadores*, (2009), 8.
- Espuelas, A. (2013). Diseño , implementación y evaluación de un proyecto sobre el tema de energía para 4º ESO basado en la técnica de Aprendizaje Basado en Proyectos. *Academica-E*.
- Galeana, L. (2006). Aprendizaje basado en proyectos. *Universidad de Colima*, 17.
- George, D., & Mallery, P. (2003). SPSS for Windows Step by Step: Answers to Selected Exercises. *Wadsworth Publishing*, 63. <http://doi.org/9780335262588>
- Intel. (2005). Beneficios del aprendizaje basado en proyectos Visión general del aprendizaje basado en proyectos. *Beneficios Del Aprendizaje Basado En Proyectos Visión General Del Aprendizaje Basado En Proyectos*, 3–6.
- Koparan, T., & Güven, B. (2008). The Effect on the 8th Grade Students' Attitude towards Statistics of Project Based Learning. *European Journal of Educational Research*, 3(2), 73–85.
- Lalley, J. P., & Miller, R. H. (2007). The Learning Pyramid: Does It Point Teachers in the Right Direction? *Audio Visual Methods in Teaching*, 43. Retrieved from <http://homepages.gold.ac.uk/polovina/learnpyramid/about.htm>
- Larmer, J., & Mergendoller, J. R. (2011). The Main Course , Not Dessert How Are Students Reaching 21st Century Goals? With 21st Century Project Based Learning. *Buck Institute for Education*.
- López, N., & Sánchez, L. (2010). El aburrimiento en clases. *Procesos Psicológicos Y Sociales*, 6(1), 1–43.
- Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey. (2015). *Aprendizaje Basado en Retos*. México. Retrieved from <http://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/edutrends-aprendizaje-basado-en-retos.pdf>
- Oriente, U. de. (2012). Metodología E Investigación. *Universidad de Oriente Campus Virtual*, (48), 1–6.
- Özdemir, A. Ş., Filiz, Y., & Göktepe, S. (2015). The effect of project based learning in “ ratio , proportion and percentage ” unit on mathematics success and attitude. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 3(1), 1–13.
- Prince, M. J., & Felder, R. M. (2006). Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases. *Journal of Engineering Education*,

- 95(2), 123–138. <http://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2006.tb00884.x>
- Ramos, M., & Plata, W. (2015). Pruebas de Hipótesis aplicadas al Control Estadístico de Procesos. *Matemática: Una Publicación de La FCNM-ESPOL*, 13(2), 46.
- Rebollo Aranda, S. (2010). “Aprendizaje basado en proyectos.” *Revista Digital Innovacion Y Experiencias Educativas*, 26.
- Rodríguez, L. (2007). *Probabilidad y Estadística Básica para Ingenieros*. (ICM ESPOL, Ed.). Guayaquil, Ecuador.
- Simpson, E. H. (2010). The Interpretation of Interaction in Contingency Tables. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 13(2), 238–241. <http://doi.org/10.1038/203024b0>
- Strobel, J., & van Barneveld, A. (2009). When is PBL More Effective? A Meta-synthesis of Meta-analyses Comparing PBL to Conventional Classrooms. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 3(1), 44–58. <http://doi.org/10.7771/1541-5015.1046>
- Tseng, K. H., Chang, C. C., Lou, S. J., & Chen, W. P. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(1), 87–102. <http://doi.org/10.1007/s10798-011-9160-x>
- Zacks, J., Levy, E., Tversky, B., & Schiano, D. J. (1998). Reading bar graphs: Effects of extraneous depth cues and graphical context. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 4(2), 119–138. <http://doi.org/10.1037/1076-898X.4.2.119>
- Zurita, G. (2010). *Probabilidad y Estadística, Fundamentos y Aplicaciones*. (ESPOL, Ed.) (2nd ed.). Guayaquil, Ecuador.

ANEXOS

ANEXO 1

APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS CURSO DE NIVELACIÓN MATEMÁTICAS PARA INGENIERÍAS



MÁQUINA DE GALTON

Sobre una superficie plana se deben distribuir elementos adheridos a la misma, para que cuando se lancen bolitas desde el extremo, éstas caigan chocando con dichos elementos. Las bolitas chocarán con el primer elemento y con una probabilidad de 0,5 se podrán dirigir hacia la izquierda o derecha de la superficie. Mientras las bolitas van recorriendo, pueden tomar caminos aleatorios hasta finalizar en alguno de los canales construidos en el otro extremo de la superficie, así como se muestra en la figura:

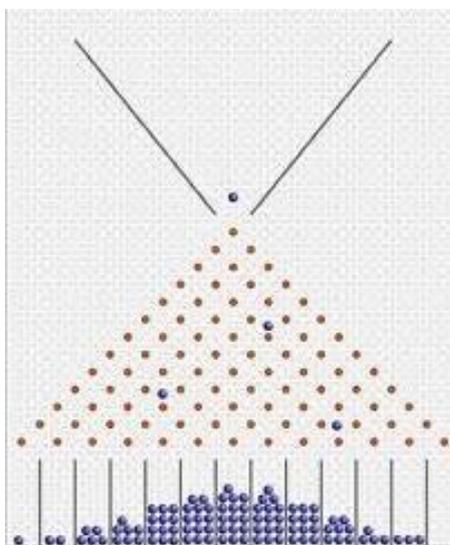


Figura. Máquina de Galton

Mientras las bolitas van recorriendo, pueden tomar caminos aleatorios hasta finalizar en alguno de los canales construidos en el otro extremo del tablero. Si la cantidad de bolitas es bastante grande, la figura formada en la parte inferior es una curva muy conocida en Estadística y que tiene múltiples aplicaciones en estudios de contexto real.

Utilidad

Con esta máquina los estudiantes podrán afianzar sus conocimientos sobre Teoría de Probabilidades y la Combinatoria.

Objetivos Educativos

- El estudiante estará en capacidad de:
- Relacionarse con los números combinatorios del triángulo de Pascal.
- Entender sobre números triangulares
- Entender sobre números tetraédricos.
- Familiarizarse con la distribución binomial de probabilidades.
- Familiarizarse con la distribución normal de probabilidades.

Sustentación

El día de la presentación del proyecto, los estudiantes deben argumentar en forma clara cuáles son los conceptos asociados a la máquina de Galton. Adicionalmente serán evaluados por preguntas que planteará el profesor.

ANEXO 2

**PRUEBA INICIAL
APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS
CURSO DE NIVELACIÓN
MATEMÁTICAS PARA INGENIERÍAS**



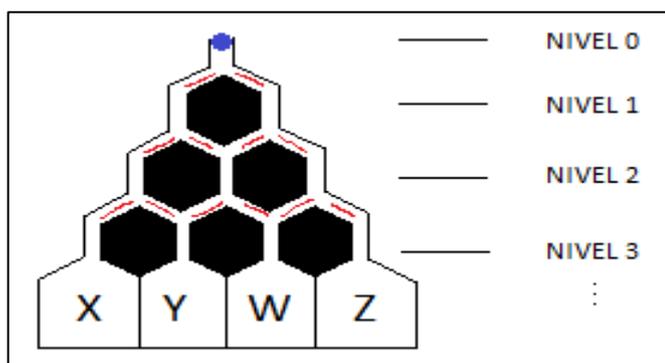
NOMBRE: _____ **PARALELO:** _____

Para realizar esta prueba usted dispondrá de un total de 40 minutos. Luego del análisis correspondiente, deberá escoger la opción que considere pertinente y marcarla en la hoja de respuestas que se adjunta.

1. Al realizar un experimento aleatorio en el que hay n eventos independientes, todos igualmente probables, entonces si A es un evento, la probabilidad de que éste ocurra, es:

- a) $P(A) = \frac{\text{número de casos posibles}}{\text{números de casos favorables a } A}$
- b) $P(A) = \frac{\text{número de casos favorables}}{\text{números de casos posibles de } A}$
- c) $P(A) = \frac{\text{número de casos favorables a } A}{\text{números de casos posibles}}$
- d) $P(A) = \frac{\text{número de casos favorables}}{\text{números de casos imposibles}}$
- e) $P(A) = \frac{\text{número de casos favorables a } A}{\text{números de casos favorables}}$

Para los ejercicios 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9 y 10, considere la Máquina de Galton que se muestra a continuación, la misma que está constituida por niveles y topes hexagonales. El nivel 0 corresponde a la posición inicial de la bolita antes de tocar el primer tope. En el primer nivel hay 1 tope, en el segundo 2 topes, en el tercero 3 topes y así sucesivamente. Al chocar las bolitas en cada tope, éstas pueden seguir cualquiera de los dos caminos posibles (izquierdo o derecho); hasta finalmente llegar, luego de su recorrido, a una de las casillas rotuladas: X, Y, W, Z.



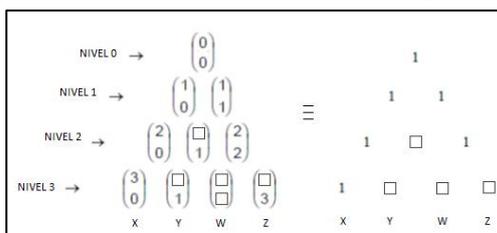
Además, el número de caminos posibles en cada tope, al dejar caer una bolita en la Máquina de Galton, se puede expresar mediante los números del Triángulo de Pascal que coinciden con los números combinatorios. En cada número combinatorio $\binom{n}{x}$, el número superior n indica el nivel, y el inferior x la posición horizontal, contada de izquierda a derecha.

2. Al dejar caer una bolita y chocar con un tope, ésta puede tomar un camino hacia la derecha o hacia la izquierda. La probabilidad de que una bolita se dirija hacia la derecha es:

- a) $P(\text{derecha}) = \frac{1}{4}$
- b) $P(\text{derecha}) = \frac{1}{2}$
- c) $P(\text{derecha}) = \frac{3}{4}$
- d) $P(\text{derecha}) = \frac{2}{2}$
- e) $P(\text{derecha}) = \frac{1}{3}$

3. La cantidad de caminos que conducen a las casillas X, Y, W y Z; respectivamente son:

- a) 1, 1, 1, 1
- b) 1, 2, 2, 1
- c) 1, 3, 3, 1
- d) 1, 2, 3, 4
- e) 1, 3, 2, 4



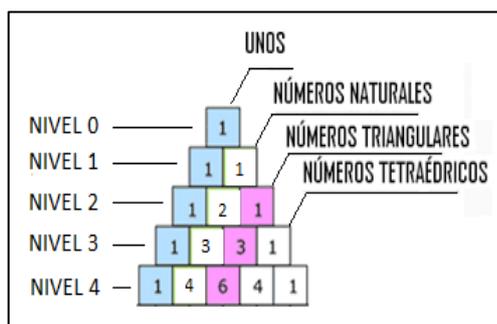
4. El total de caminos en el tercer nivel es:

- a) 1
- b) 2
- c) 4
- d) 8
- e) 16

5. La probabilidad de que una bolita caiga en la casilla X es:

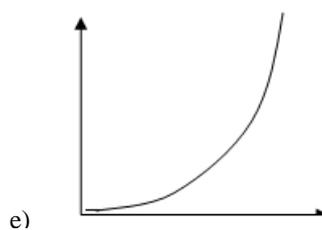
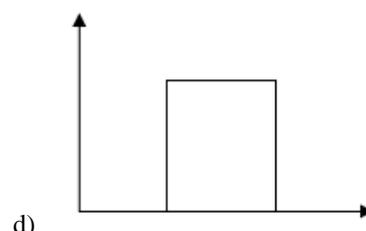
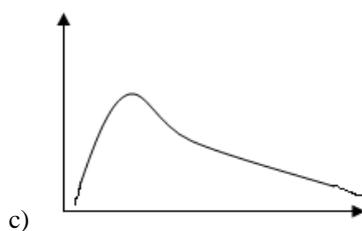
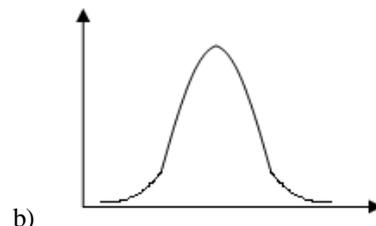
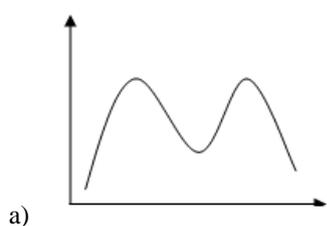
- a) $P(\text{casilla X}) = \frac{1}{8}$
- b) $P(\text{casilla X}) = \frac{2}{8}$
- c) $P(\text{casilla X}) = \frac{3}{8}$
- d) $P(\text{casilla X}) = \frac{4}{8}$
- e) $P(\text{casilla X}) = \frac{5}{8}$

Una de las propiedades del Triángulo de Pascal, como se observa en el gráfico, es que se pueden generar números con características especiales en sus diagonales, tales como: los números naturales, triangulares, tetraédricos, etc.



6. En una Máquina de Galton de nivel 7, los números triangulares que se generan son:
- 1, 3, 6, 10, 15, 21
 - 1, 3, 5, 20, 35, 56
 - 1, 3, 6, 10, 16, 21
 - 1, 3, 4, 10, 4, 21
 - 1, 3, 6, 10, 15, 23
7. En una Máquina de Galton de nivel 8, los números tetraédricos que se generan son:
- 1, 4, 10, 20, 34, 53
 - 1, 4, 10, 20, 35, 55
 - 1, 4, 10, 20, 36, 55
 - 1, 4, 10, 20, 35, 54
 - 1, 4, 10, 20, 35, 56
8. Un experimento Binomial consta de n pruebas independientes en las que en cada una, puede observarse un resultado de “éxito” o un resultado de “fracaso”, la probabilidad de éxito corresponde a p y la probabilidad de fracaso a $(1-p)$. Entonces la función de probabilidad de x números de éxito en las n pruebas independientes es igual a:
- $f(x) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x}$
 - $f(x) = p^x (1-p)^{1-x}$
 - $f(x) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!}$
 - $f(x) = \binom{n}{x} p(1-p)^{x-1}$
 - $f(x) = p(1-p)^x$
9. Utilizando la expresión de la función de probabilidad Binomial, la probabilidad que se obtiene al dejar caer una bolita en la casilla cuarta de una Máquina de Galton de nivel 4, contando de izquierda a derecha, es:
- $P(\text{cuarta}) = \frac{1}{8}$
 - $P(\text{cuarta}) = \frac{1}{2}$
 - $P(\text{cuarta}) = \frac{3}{8}$
 - $P(\text{cuarta}) = \frac{1}{4}$
 - $P(\text{cuarta}) = \frac{1}{3}$

10. En una distribución Binomial $B(n,p)$, cuando n es grande y p es constante, el comportamiento es aproximadamente igual a una distribución Normal $N(np, \sqrt{npq})$. La gráfica correspondiente a la aproximación de la Distribución Binomial luego de realizar un ensayo con $n > 30$, en una Máquina de Galton es:



**PRUEBA INICIAL
APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS
CURSO DE NIVELACIÓN
MATEMÁTICAS PARA INGENIERÍAS**

HOJA DE RESPUESTAS

MARQUE CON UNA “X” LA ALTERNATIVA QUE CONSIDERE CORRECTA

PREGUNTAS	a	b	c	d	e
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					



ANEXO 3

**PRUEBA FINAL
APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS
CURSO DE NIVELACIÓN
MATEMÁTICAS PARA INGENIERÍAS**



NOMBRE: _____

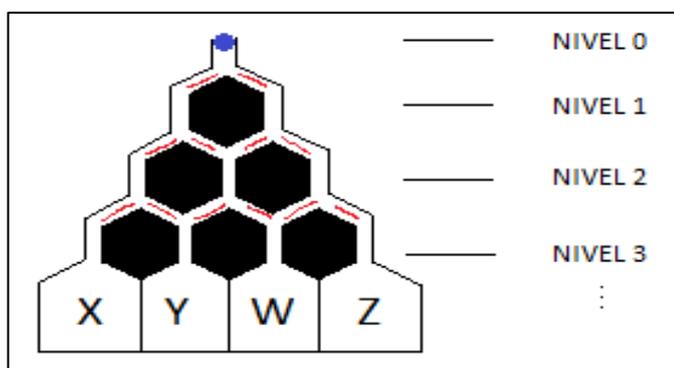
PARALELO: _____

Para realizar esta prueba usted dispondrá de un total de 40 minutos. Luego del análisis correspondiente, deberá escoger la opción que considere pertinente y marcarla en la hoja de respuestas que se adjunta.

1. Al realizar un experimento aleatorio en el que hay n eventos independientes, todos igualmente probables, entonces si A es un evento, la probabilidad de que éste ocurra, es:

- a) $P(A) = \frac{\text{número de casos posibles}}{\text{números de casos favorables a } A}$
- b) $P(A) = \frac{\text{número de casos favorables}}{\text{números de casos posibles de } A}$
- c) $P(A) = \frac{\text{número de casos favorables a } A}{\text{números de casos posibles}}$
- d) $P(A) = \frac{\text{número de casos favorables}}{\text{números de casos imposibles}}$
- e) $P(A) = \frac{\text{número de casos favorables a } A}{\text{números de casos favorables}}$

Para los ejercicios 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9 y 10, considere la Máquina de Galton que se muestra a continuación, la misma que está constituida por niveles y topes hexagonales. El nivel 0 corresponde a la posición inicial de la bolita antes de tocar el primer tope. En el primer nivel hay 1 tope, en el segundo 2 topes, en el tercero 3 topes y así sucesivamente. Al chocar las bolitas en cada tope, éstas pueden seguir cualquiera de los dos caminos posibles (izquierdo o derecho); hasta finalmente llegar, luego de su recorrido, a una de las casillas rotuladas: X, Y, W, Z.



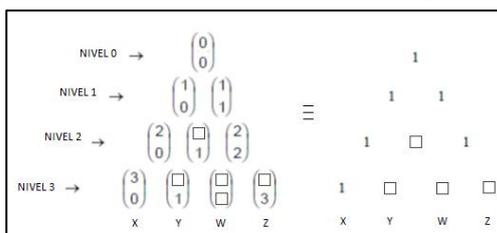
Además, el número de caminos posibles en cada tope, al dejar caer una bolita en la Máquina de Galton, se puede expresar mediante los números del Triángulo de Pascal que coinciden con los números combinatorios. En cada número combinatorio $\binom{n}{x}$, el número superior n indica el nivel, y el inferior x la posición horizontal, contada de izquierda a derecha; siendo n y x enteros no negativos.

2. Al dejar caer una bolita y chocar con un tope, ésta puede tomar un camino hacia la derecha o hacia la izquierda. La probabilidad de que una bolita se dirija hacia la izquierda es:

- a) $P(\text{izquierda}) = \frac{1}{4}$
- b) $P(\text{izquierda}) = \frac{1}{2}$
- c) $P(\text{izquierda}) = \frac{3}{4}$
- d) $P(\text{izquierda}) = \frac{2}{2}$
- e) $P(\text{izquierda}) = \frac{1}{3}$

3. La cantidad de caminos que conducen a las casillas X, Y, W y Z; respectivamente son:

- a) 1, 1, 1, 1
- b) 1, 2, 2, 1
- c) 1, 3, 3, 1
- d) 1, 2, 3, 4
- e) 1, 3, 2, 4



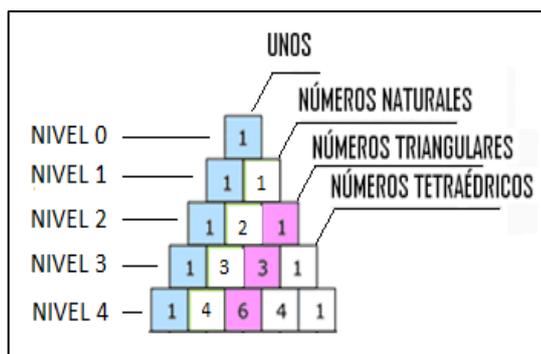
4. El total de caminos en el tercer nivel es:

- a) 1
- b) 2
- c) 4
- d) 8
- e) 16

5. La probabilidad de que una bolita caiga en la casilla Y es:

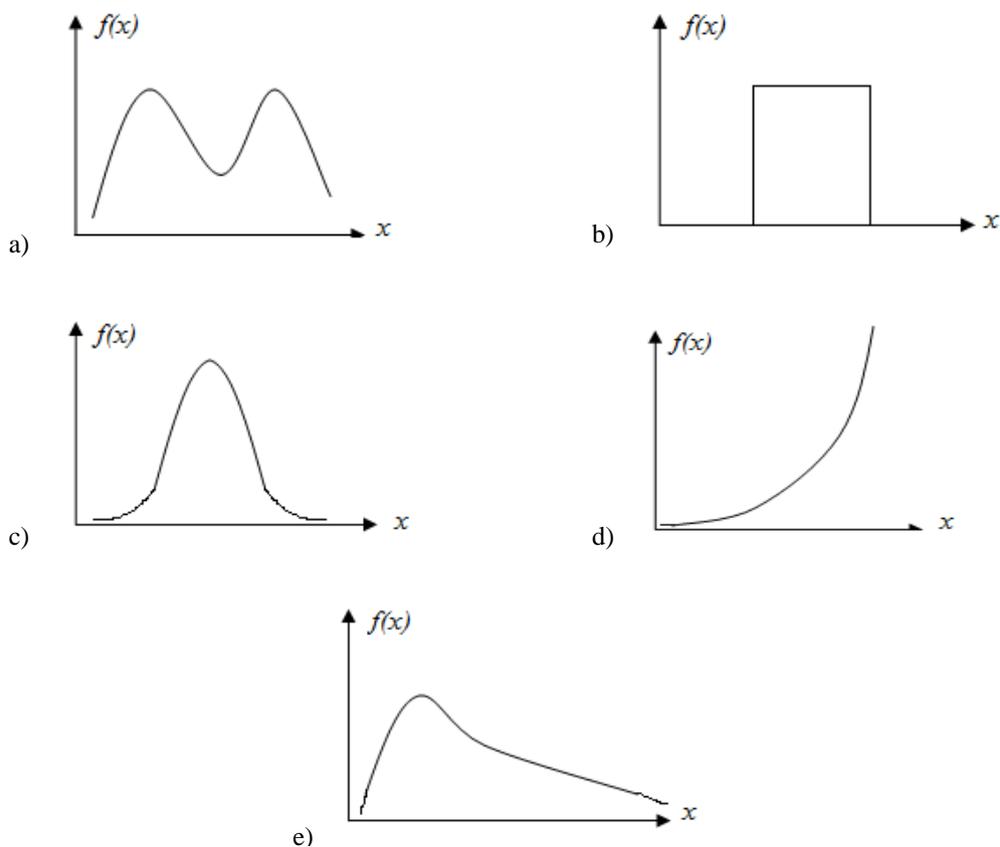
- a) $P(\text{casilla Y}) = \frac{1}{8}$
- b) $P(\text{casilla Y}) = \frac{2}{8}$
- c) $P(\text{casilla Y}) = \frac{4}{8}$
- d) $P(\text{casilla Y}) = \frac{5}{8}$
- e) $P(\text{casilla Y}) = \frac{3}{8}$

Una de las propiedades del Triángulo de Pascal, como se observa en el gráfico, es que se pueden generar números con características especiales en su estructura, tales como: los números naturales, triangulares, tetraédricos, etc.



6. En una Máquina de Galton de nivel 7, los números triangulares que se generan son:
- 1, 3, 6, 10, 15, 21
 - 1, 3, 5, 20, 35, 56
 - 1, 3, 6, 10, 16, 21
 - 1, 3, 4, 10, 4, 21
 - 1, 3, 6, 10, 15, 23
7. En una Máquina de Galton de nivel 8, los números tetraédricos que se generan son:
- 1, 4, 10, 20, 34, 53
 - 1, 4, 10, 20, 35, 56
 - 1, 4, 10, 20, 35, 55
 - 1, 4, 10, 20, 36, 55
 - 1, 4, 10, 20, 35, 54
8. Un experimento Binomial consta de n pruebas independientes en las que en cada una, puede observarse un resultado de “éxito” o un resultado de “fracaso”, la probabilidad de éxito corresponde a p y la probabilidad de fracaso a $(1 - p)$. Entonces la función de probabilidad de x números de éxito en las n pruebas independientes es igual a:
- $f(x) = \binom{n}{x} p^x (1 - p)^{n-x}$; $x = 0, 1, 2, 3, \dots, n$
 - $f(x) = p^x (1 - p)^{1-x}$; $x = 0, 1, 2, 3, \dots, n$
 - $f(x) = \binom{n}{x} p^x (1 - p)^{n-x}$; $x = 0, 1, 2, 3, \dots, n$
 - $f(x) = p(1 - p)^x$; $x = 0, 1, 2, 3, \dots, n$
 - $f(x) = \binom{x}{n} p^x (1 - p)^{n-x}$; $x = 0, 1, 2, 3, \dots, n$
9. Utilizando la expresión de la función de probabilidad Binomial, la probabilidad que se obtiene al dejar caer una bolita en la casilla cuarta de una Máquina de Galton de nivel 5, contando de izquierda a derecha, es:
- $P(\text{cuarta}) = \frac{5}{32}$
 - $P(\text{cuarta}) = \frac{10}{16}$
 - $P(\text{cuarta}) = \frac{3}{32}$
 - $P(\text{cuarta}) = \frac{5}{16}$
 - $P(\text{cuarta}) = \frac{1}{32}$

10. En una distribución Binomial $B(n,p)$, cuando n es grande y p es constante, el comportamiento es aproximadamente igual a una distribución Normal $N(np, \sqrt{np(1-p)})$. La gráfica correspondiente a la aproximación de la Distribución Binomial en una Máquina de Galton, luego de realizar un ensayo con $n > 30$ es:



**PRUEBA FINAL
APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS
CURSO DE NIVELACIÓN
MATEMÁTICAS PARA INGENIERÍAS**

HOJA DE RESPUESTAS

MARQUE CON UNA “X” LA ALTERNATIVA QUE CONSIDERE CORRECTA

PREGUNTAS	a	b	c	d	e
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					



ANEXO 4

INFORME DE PROYECTO CURSO DE NIVELACIÓN MATEMÁTICAS PARA INGENIERÍAS



El documento impreso o informe del proyecto debe tener:

- Carátula: Incluye el nombre y logotipo de la universidad (actualizado), nombre del proyecto, nombres y apellidos de los integrantes del grupo de trabajo, código del paralelo, nombres y apellidos del profesor(a), fecha de presentación.
- Índice: Resume todas las secciones del documento con su respectiva paginación. Con esto se logra dar una mejor expresión a la estructura del informe.
- Introducción: Permite obtener una visión general del escrito. Es conveniente redactarlo en último lugar, una vez que ya se conozca completamente cuál es el contenido del informe. De su escritura depende el interés que otorgaría su lectura.
- Descripción del problema: Se encuentra especificado en la propuesta original del proyecto.
- Objetivos: Se encuentran especificados en la propuesta original del proyecto. Se pueden añadir más objetivos, si se desea.
- Propuesta de solución: Es la parte del informe que se debe redactar primero, pues la introducción y las conclusiones dependen de esta sección. Debe tener una estructura lógica y coherente de los párrafos, de alguna forma debe notarse claramente la justificación conceptual de la solución.
- Conclusiones: Deben guardar relación con los objetivos propuestos y su cumplimiento total o parcial, así como las metas alcanzadas. Se incluyen las opiniones respecto a lo aprendido y a las dificultades superadas.
- Recomendaciones: Incluya todas las actividades que deberían hacerse para lograr mejores resultados.
- Bibliografía: Incluye las referencias bibliográficas utilizadas debidamente ordenadas, en formato APA.
- Anexos: Contiene la evidencia o soporte del trabajo realizado. Incluye fotos y demás.

Aspectos generales:

- Las páginas deben ser numeradas desde el índice.
- Todo el texto del informe debe estar con márgenes justificados.
- El desarrollo de la carpeta debe ser uniforme, es decir, debe utilizarse el mismo tipo de fuente (letra).
- Al insertar imágenes se debe incluir una nota explicativa al pie de la misma, asimismo se debe indicar la fuente y el autor.
- En caso de utilizar citas textuales, éstas debe ir entre comillas especificando la fuente bibliográfica.

ANEXO 5

**RÚBRICA PARA LA SUSTENTACIÓN DEL PROYECTO
CURSO DE NIVELACIÓN
MATEMÁTICAS PARA INGENIERÍAS**



	9–10	7–8	5–6	0–4
Organización	Secuencia lógica e interesante para la audiencia.	Presentan información en la secuencia lógica.	Audiencia tiene dificultades de seguimiento.	Audiencia no entiende, no hay secuencia lógica.
Visualización	La presentación se ve fuertemente reforzada por ayudas visuales.	Se utilizan ayudas visuales pertinentes a la presentación.	De vez en cuando se apoya con ayudas visuales.	No utiliza ayudas visuales.
Contenido de conocimientos	Demuestran completo dominio en sus explicaciones.	Manejan información básica bien, pero falta elaboración.	Solo pueden justificar la información rudimentaria.	No pueden contestar preguntas.
Oratoria	Pronunciación exacta, volumen apropiado y disertación clara.	En su mayoría voces claras, audibles y buena pronunciación.	Pronunciación incorrecta, se escucha con dificultad.	Dicción incorrecta, no se les puede oír, muletillas.
Manejo apropiado del tiempo	Utiliza el tiempo en forma adecuada.	No utilizan el tiempo en forma adecuada.		
Comunicación	Se comunican regularmente con el público.	Se esfuerzan por comunicarse regularmente con el público.	Se comunican poco con el público.	No se comunican con el público.

ANEXO 6

FOTOGRAFÍAS PRESENTACIÓN DE PROYECTO ABP











