



INSTITUTO PARA LA CALIDAD DE LA EDUCACIÓN
SECCIÓN DE POSGRADO

**APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS EN EL
DESARROLLO DE LA CAPACIDAD DE OPTIMIZACIÓN
DE UN MODELO MATEMÁTICO EN ALUMNOS DE
ADMINISTRACIÓN DE LA UNIVERSIDAD ESAN, LIMA**

**PRESENTADA POR
JUALFER PAREDES CASTILLO**

**ASESORA
PATRICIA EDITH GUILLÉN APARICIO**

**TESIS
PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN EDUCACIÓN
CON MENCIÓN EN PEDAGOGÍA DE LA MATEMÁTICA**

**LIMA – PERÚ
2021**



CC BY-NC-SA

Reconocimiento – No comercial – Compartir igual

El autor permite transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



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

**APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS EN EL
DESARROLLO DE LA CAPACIDAD DE OPTIMIZACIÓN DE UN
MODELO MATEMÁTICO EN ALUMNOS DE ADMINISTRACIÓN
DE LA UNIVERSIDAD ESAN, LIMA**

**TESIS PARA OPTAR
EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN EDUCACIÓN CON MENCIÓN
EN PEDAGOGÍA DE LA MATEMÁTICA**

**PRESENTADO POR:
JUALFER PAREDES CASTILLO**

**ASESORA:
DRA. PATRICIA EDITH GUILLÉN APARICIO**

**LIMA, PERÚ
2021**

**APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS EN EL
DESARROLLO DE LA CAPACIDAD DE OPTIMIZACIÓN DE UN
MODELO MATEMÁTICO EN ALUMNOS DE ADMINISTRACIÓN
DE LA UNIVERSIDAD ESAN, LIMA**

ASESOR Y MIEMBROS DEL JURADO

ASESORA

Dra. Patricia Edith Guillén Aparicio

PRESIDENTE DEL JURADO

Dr. Vicente Justo Pastor Santiváñez Limas

MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Carlos Augusto Echaiz Rodas

Mg. Augusto José Willy Gonzales Torres

DEDICATORIA

A Coda, quien me impulsó diariamente a seguir adelante con esta investigación y muchos otros proyectos.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, quienes me enseñaron que la vida sin respeto mutuo no tiene sentido, y que la vida sin metas no tiene rumbo alguno. A mis hermanos, sobrinos y familia entera, a quienes amo con toda el alma; a los amigos verdaderos que siempre han sido pilar de fuerza diaria.

ÍNDICE

ASESOR Y MIEMBROS DEL JURADO...	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
ÍNDICE	vi
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	7
1.1 Antecedentes de la investigación.....	7
1.2 Bases Teóricas	17
1.2.1 Aprendizaje Basado en Problemas (ABP).....	17
1.2.2 Capacidad de optimización de un modelo matemático.....	35
1.3 Definición de términos básicos	41
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	44
2.1 Formulación de Hipótesis	44
2.1.1 Hipótesis General.....	44
2.1.2 Hipótesis Específicas	44
2.2 Operacionalización de variables.....	45

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	51
3.1 Diseño metodológico.....	51
3.2 Diseño muestral	51
3.3 Técnicas de recolección de datos.....	51
3.4 Técnicas para el procesamiento y análisis de los datos	52
3.5 Aspectos éticos.....	53
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	54
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	65
CONCLUSIONES.....	68
RECOMENDACIONES	69
FUENTES DE INFORMACIÓN	72
ANEXOS	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Adaptación del cono de aprendizaje	27
Tabla 2:	Elementos del aprendizaje en sistemas convencionales y en ABP	31
Tabla 3:	Principales diferencias entre el cognitivismo asociacionista y el estructuralismo	40
Tabla 4:	Operacionalización de variable independiente	46
Tabla 5:	Operacionalización de variable dependiente	47
Tabla 6:	Descriptivos estadísticos	56
Tabla 7:	Resultados del modelo de Regresión para la hipótesis general	60
Tabla 8:	Matriz de correlación de los puntajes por etapa	61
Tabla 9:	Resultados del modelo de Regresión para las hipótesis específicas	62
Tabla 10:	Prueba de multicolinealidad	63
Tabla 11:	Prueba de normalidad de los residuos	63
Tabla 12:	Prueba de homocedasticidad de White	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Flujo de interacción entre el docente y el alumno con ABP	29
Figura 2	Resultados de género en población estudiada	54
Figura 3	Pregunta 1 de encuesta de percepción del estudiante	57
Figura 4	Pregunta 2 de encuesta de percepción del estudiante	58
Figura 5	Pregunta 3 de encuesta de percepción del estudiante	59
Figura 6	Pregunta 5 de encuesta de percepción del estudiante	59
Figura 7	Pregunta 6 de encuesta de percepción del estudiante	60

RESUMEN

Esta investigación tuvo como propósito identificar la relación entre la estrategia metodológica del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y la capacidad de optimización de un modelo matemático bajo un contexto de negocios. Las pruebas de la investigación se realizaron en el curso de Matemática Aplicada, en los estudiantes de la carrera de pregrado de Administración con mención en Dirección de Empresas del programa de profesionalización de Adultos (DPA) de la Escuela de Negocios, Universidad ESAN, en el año académico 2016.

Así mismo, esta investigación es de diseño no Experimental, de nivel correlacional y de tipo básica, cuyas variables de investigación fueron la estrategia metodológica de ABP y el desarrollo de la capacidad de optimización de un modelo matemático, de igual forma, se contó con una hipótesis general y tres hipótesis específicas.

Como parte de los resultados encontrados en esta investigación, se afirma la hipótesis general, demostrándose una relación estadísticamente significativa y positiva entre el promedio obtenido por los alumnos, ante la estrategia de ABP, y los resultados del examen final del curso, evidenciando que quienes obtuvieron un mayor promedio, a lo largo del curso de matemática aplicada, también obtuvieron un mayor puntaje en el examen final, pudiendo inferir que la estrategia metodológica de ABP influyó en el desarrollo de la capacidad de optimización

de modelos matemáticos, siendo este uno de los principales objetivos alcanzados por el curso en investigación. Acerca de las hipótesis específicas, se pudo confirmar dos de las tres hipótesis, el rechazo de una de ellas propició un espacio de discusión en la presente investigación.

Del mismo modo, se contó con pruebas estadísticas, como contrastación de normalidad de los residuos de la regresión a través de la prueba de Jarque-Bera cuya hipótesis nula indica que los residuos siguen una distribución normal, también se analizó la hipótesis de homocedasticidad en los residuos de la regresión para la verificación de la varianza condicional de la perturbación siendo esta constante.

Adicionalmente, sobre los resultados obtenidos en los modelos de regresión lineal se mostraron estimadores eficientes para inferir la significancia estadística de las variables investigadas.

Palabras clave: Aprendizaje, aprendizaje basado en problemas (ABP), estrategia de enseñanza, estrategia de aprendizaje, metodología de aprendizaje, modelo matemático, optimización.

ABSTRACT

The purpose of this research was to identify the relationship between the methodological strategy of Problem-Based Learning (PBL) and the optimization capacity of a mathematical model under a business context. The tests were carried out in the Applied Mathematics course, in the students of the undergraduate degree in Administration with a major in Business Administration of the Adult professionalization program (DPA) of the Business School, ESAN University, in the academic year 2016.

Likewise, this research is of a non-Experimental design, of a correlational level and of a basic type, whose research variables were the methodological strategy of PBL and the development of the optimization capacity of a mathematical model, in the same way, there was a general hypothesis and three specific hypotheses.

As part of the results found in this research, the general hypothesis is affirmed, demonstrating a statistically significant and positive relationship between the average obtained by the students, before the PBL strategy, and the results of the final exam of the course, showing that those who obtained a higher average, throughout the applied mathematics course, also obtained a higher score in the final exam, being able to infer that the ABP methodological strategy influenced the development of the ability to optimize mathematical models, this being one of the

main objectives achieved by the research course. Regarding the specific hypotheses, it was possible to confirm two of the three hypotheses, the rejection of one of them created a space for discussion in the present investigation.

In the same way, statistical tests were used, such as normality contrast of the regression residuals through the Jarque-Bera test, whose null hypothesis indicates that the residuals follow a normal distribution, the hypothesis of homoscedasticity was also analyzed in the residuals of the regression for the verification of the conditional variance of the disturbance being this constant.

Additionally, on the results obtained in the linear regression models, efficient estimators were shown to infer the statistical significance of the investigated variables.

Keywords: Learning, problem-based learning (PBL), teaching strategy, learning strategy, learning methodology, mathematical model, optimization.

INTRODUCCIÓN

Las concepciones de la enseñanza en los últimos años han tenido grandes cambios en el proceso de generación de aprendizaje tradicional en el que se ha dado un papel más activo al alumno que al docente, adoptando el alumno un componente más práctico de resolución de casos y/o problemas, y el segundo una figura de facilitador o guía en la sesión de clase. Hablar de un alumno más activo en el proceso de generación del aprendizaje es hacer referencia a la reforma de la enseñanza de las diversas materias impartidas, en la que recientes investigaciones se aboga por una enseñanza abierta a todos los alumnos con un método de mayor protagonismo de este (Boud, 1998).

La metodología tradicional parte de una enseñanza de contenidos de conocimientos más no de procesos cognitivos, esto hace que el rol del educador cumpla meramente un papel de expositor en vez de moderador de aprendizaje y por ende, disminuye su rol en el proceso de mejora del rendimiento de los alumnos y su capacidad formativa de diversos objetos de aprendizaje, ya sea en un contexto de enseñanza de las matemáticas o en cualquier otra materia. Si nos referimos al aprendizaje o a la expresión intelectual de las matemáticas, la no propagación de la importancia de la construcción de conocimientos, o

constructivismo, como teoría del aprendizaje, forma parte de la falta de conexión de los conceptos impartidos en las sesiones de clase con la vida real, y mucho menos con la vida profesional futura, esto genera muchas veces que los alumnos retarden su proceso de aprendizaje, y por ende, disminuye el rendimiento académico ya que la metodología tradicional de enseñanza universitaria o no universitaria, está enfocada en obtener un resultado del aprendizaje de conocimientos de disciplinas concretas y no para el desarrollo de competencias. La orientación de sesión de clase bajo una metodología tradicional está dirigida a la transmisión de información, que muchas veces son meros monólogos explicativos con poca interacción entre el docente y alumno.

Aún así, con el conocimiento de la importancia de metodologías novedosas, es que la metodología de enseñanza tradicional es la más habitual en latinoamérica, demostrando insuficiencias estructurales, como la repetición mecánica de los temas desarrollados en las sesiones de clases. La poca demanda de una metodología novedosa, o de nuevas propuestas educativas por nuestra sociedad generan que el modelo educativo actual se sesgue en el memorismo cuyo castigo futuro será el de la falta de razonamiento lógico en la búsqueda de soluciones óptimas a problemas en la realidad (Blanco, 2016).

Este razonamiento lógico y búsqueda de soluciones óptimas, es el que se trata de encontrar en clase a través de diversas actividades ligadas a nuevas metodologías académicas se espera entonces que, el alumno oriente su formación no solo en acoger conocimientos, sino también al desarrollo de pensamiento analítico. Es cierto también, que en la etapa de la propuesta de argumentación de los alumnos en una sesión de clase demanda que el docente intervenga con el fin de recapitular las ideas dadas por los mismos y así fomentar

la reflexión sobre los argumentos, afirmaciones u objeciones participativas que se dieron, como parte del proceso de la construcción del aprendizaje, y por ende fomentar el pensamiento crítico en aula (Blanco, 2016).

Si bien es cierto la educación es un derecho universal, amparado por diversas organizaciones internacionales, en el Perú la Educación Básica Regular o EBR es obligatoria pero la educación superior no lo es, sin embargo, y en contraste con esta realidad, las exigencias del mercado laboral hacia los egresados de la educación básica demuestran que es necesario contar con formación profesional superior. En esta línea, existen diversos estudios en la que se expone que, a mayor grado de formación, mayor será el rango salarial; siendo entre el 3,5% y el 30% de crecimiento salarial. Entre las variables que demarcan este crecimiento se encuentra la formación profesional, habilidades blandas y habilidades de gestión, entre otras tales como la culminación de sus estudios superiores (Castro F., 2010).

Por otro lado, la formación profesional o la continuidad en capacitación constante es generadora de la mejora en la economía de los países, ya que el desarrollo humano, a través de la educación, genera una economía sostenida y culta, tal como lo sostiene la investigación realizada en el año 2014 por el Banco Mundial (BM) (Banco Mundial, 2019).

En esta misma línea, de la importancia de la continuidad formativa como eje de avance en los países, se encontró que el 75% de egresados de educación secundaria declararon que durante su formación en la escuela trabajaron, y al menos un 42% lo hizo a partir de los 18 años; es también la educación superior, ya sea universitaria o no universitaria, un nivel formativo con alumnos que trabajan y estudian al mismo tiempo. Datos del Banco Mundial demuestran que

para el año de 1989 la tasa de matrícula era tan solo de 59%, recién para el año 2011 el porcentaje se incrementó a un 91%, este estudio del BM podría suponer que las casas de estudios superiores deberían generar en el tiempo mayores productos académicos para que la masa de egresados de EBR pueda acceder a esta y continuar sus estudios profesionales a nivel superior, independientemente si este sea técnico o universitario (Rodríguez, 2009).

Hoy en día múltiples casas de estudios superiores universitarias o no, rediseñan sus productos académicos, o carreras a nivel superior, y la forma de impartir las diversas materias tratando de generar una formación integral adaptada a cada realidad. Un ejemplo de este grado de adaptabilidad a la realidad y demanda educativa, la Universidad ESAN, universidad peruana creada en el año 1963 como la primera escuela de negocios de Latinoamérica en programas de posgrado, decide ampliar su oferta educativa primero desde el año 2008 en la modalidad de pregrado, y posteriormente en el año 2013, año en el que se creó la carrera de “Administración con mención en Dirección de Empresas” bajo la Dirección de Profesionalización de Adultos (DPA-ESAN), orientada a la formación de pregrado de personas con experiencia laboral, con un rango de edad entre 23 y 25 años de edad, con el fin de complementar la formación profesional de personas que cuentan con experiencia laboral mayor igual a 3 años, yendo justamente en la realidad de las personas que terminaron la EBR e interrumpieron su formación superior optando por laborar antes que continuar sus estudios superiores.

La estrategia metodológica que esta casa de estudio ha optado, es la estrategia metodológica de ABP (Aprendizaje Basado en Problemas) como metodología constructivista del conocimiento en sus sesiones de clases. Esta estrategia

metodológica responde a la necesidad de contar con un estudiante más participativo en el que entre el 75% y 90% de los estudiantes aprenden de lo debatido, de lo que expresan en la práctica e incluso en lo que enseñan a los demás a través del desarrollo de ejercicios y/o resoluciones de casos (Ortiz, 2015). Esta participación del estudiante conlleva a un aprendizaje, definido por Bruner, a través del procesamiento activo de la información en el que cada persona organiza y construye a su manera, y en esa línea del conocimiento es que esta investigación propone identificar a la estrategia de ABP como punto de partida para la adquisición e integración de nuevos conocimientos (Perez, 2015). El componente principal de esta estrategia metodológica es el problema abordado en la sesión de clase, el mismo que debe contener tres características principales: motivador, lógico y fomentador del cooperativismo para que forme parte de la metodología de ABP. En este contexto metodológico, se propone una investigación no experimental correlacional con el objetivo principal de la indagación de la relación existente de la estrategia metodológica de ABP, en el programa de DPA con su carrera de Administración con Mención en Dirección de empresas, y el desarrollo de la capacidad de optimización de un modelo matemático en un contexto de negocios.

Se define la organización de esta investigación en detalle: en el capítulo I, se describieron diversas investigaciones de distinto tipo, como artículos de investigación, libros, tesis entre otros, que fueron nacionales e internacionales. Todas las investigaciones estuvieron relacionadas con este documento con el fin de ofrecer el sustento científico al problema planteado por el autor. De igual forma se definieron algunos conceptos claves conceptuales y se describió la operacionalización de las variables abordadas en este estudio.

En el capítulo II, se definieron las hipótesis de la presente investigación, hipótesis científicas que se buscaron validar.

En el capítulo III, se expuso la metodología, se menciona el diseño de investigación abordado en este documento, así como la población y técnicas de investigación.

En el capítulo IV, se exponen los resultados de la investigación, la demostración de las hipótesis, la significancia estadística del efecto de las variables de la metodología de ABP sobre la capacidad de optimización en un modelo matemático, y la significancia estadística del efecto de cada etapa de la estrategia metodología del ABP.

Por último, el capítulo V contiene las conclusiones, recomendaciones y discusiones que concretan la presente investigación.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes de la investigación

Para esta investigación se realizó la búsqueda de antecedentes de Educación y las propuestas de aprendizajes en las ciencias matemáticas en alumnos de nivel universitario y se hallaron diversas investigaciones a manera de tesis de grado, tesis doctorales, documentos de discusiones, entre otras que son consideradas como antecedentes para esta investigación ya que cuentan con información acerca de las principales variables de la misma.

Una de las recientes investigaciones realizadas en este campo, es la de Marín, E. (2019) en el que su investigación trata acerca del uso de los modelos matemáticos con un enfoque de ABP cuyo fin fue el de medir la eficacia en el aprendizaje de funciones en los estudiantes de administración en una universidad de la selva peruana. En detalle esta investigación se realizó en la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas y se centró en la forma de enseñar de los docentes del área de matemáticas en la que se trata de enmarcar una estrategia didáctica como parte del proceso de búsqueda de conversión de aprendizajes pocos significativos en los alumnos, es pues que busca medir si la metodología de ABP mejora considerablemente el rendimiento académico de los estudiantes de la facultad de administración, se

considera también importante en esta investigación pues la misma identificó el hecho de que los estudiantes de esta carrera cuenten con conocimientos previos a la sesión de clase, haciendo de esta una sesión mucho más práctica o colaborativa, en el que mediante el diseño de las sesiones de aprendizaje bajo el enfoque de resolución de problemas, metodología que identificó en el grupo experimental que mejoró considerablemente la motivación encontrando que el 75% considera que después de la investigación los conceptos o temáticas bajo este modelo serán útiles en la vida. Para esta investigación la propuesta de Marín es de suma importancia ya que parte de la población en estudio coincide con la población en estudio de esta investigación, al ser parte ya de la población económica ocupada o activa (PEA) teniendo entonces un perfil muy similar a nuestra investigación (Chávez, 2019).

Luna, M. (2016), propone una investigación de los Diseño de Experimentos y modelado para optimización en la industria de procesos, en el cual el ABP juega un rol de suma importancia en el proceso de la obtención de una solución a un problema, cuyo objetivo de optimización no solo está relacionado a la reducción de costos, hablando desde un punto económico; sino que también se relaciona a la reducción u optimización misma de los procesos en los que están inmersos una industria. Para tal sentido, Luna propone que desde las épocas formativas de los alumnos en los primeros ciclos o semestre de estudios los alumnos tendrán una metodología basada en el estudio o análisis de casos que sean lo más vivenciales o reales posibles cuyo fin se adecue a un proceso de ABP, es decir que el proceso o la capacidad de modelación de un evento en particular esté ligado reducir posibles incertidumbres, adicionalmente, la de aumentar el *feedback* entre docente moderador y alumnos, haciendo que este último trabaje

bajo un rol mucho más activo y menos pasivo en el proceso de aprendizaje efectivo. Uno de los objetivos principales de esta investigación fue el de desarrollar conceptos y metodologías de modelado para identificar el proceso de optimización experimental que permita hacer confrontar la incertidumbre mencionada anteriormente, y así lo más prácticamente posible generar una operación, un desarrollo y un posible escalado u otra actividad relacionada al campo de desarrollo de la carrera en la que se desenvuelve el alumno y obtuvo como conclusión de la investigación que la metodología del ABP utilizada en esta investigación fue efectiva y eficiente en la medida que llevó a condiciones óptimas de operación ya que llegó a soluciones más rápidas y efectivas tras una correcta planificación del desarrollo del proceso a través del diseño de experimentos, claramente a través de métodos de prueba y error, pero fue justamente el papel del docente moderador a través de su *feedback* que sirvió como un proceso que fue de importancia para actualizar cada prueba y llegar a una solución pronta (Luna, 2016).

García, D. (2013), en su investigación para el *Journal of Engineering and Technology* realiza una investigación con un fin no solo descriptivo del origen del ABP como metodología, sino también con un fin de identificar los aportes de esta metodología como modelo constructivista en los programas de ingeniería, tomé esta investigación una vez más para mencionar que el método de ABP no exclusivo para un tipo de investigación, todo lo contrario es una metodología que alienta el trabajo colaborativo de diversos programas aportándole valor agregado a diversos proyecto aplicativos o académicos. Por ejemplo para este caso, el investigador identifica que esta metodología sería de suma importancia en la búsqueda de validación de las currículas de la

universidad en la que se desarrolló la investigación y esta generaría una articulación necesaria para la obtención de una acreditación internacional. Y como parte de su proceso de investigación se concluyó que tras la consideración del ABP como metodología de enseñanza en las universidades la CAN (Comisión Nacional de Acreditación de Ingeniería) aceptó los diversos currículos de trabajo de dicha facultad, hay que recalcar que la investigación de García se centra en la recopilación de información disponible de las universidades y el proceso de obtención de la acreditación a partir de la mejora en las metodologías de aprendizaje de los estudiantes (Arango, 2013).

Pastor, A. (2007) en su investigación "*Serie de Innovaciones en la Educación Superior ABP, experiencias y resultados*". En el Perú se realizó una investigación cuyo fin fue el de identificar las experiencias y resultados de tres años de aprendizaje basado en problemas (ABP) en la Pontificia Universidad Católica del Perú, en la que se propone al ABP como un reto a los alumnos en la cual ellos "aprendan a aprender" a través del trabajo cooperativo para buscar soluciones a los problemas del mundo real. Se realizó pues una investigación cuyo objetivo fue el de tener un curso o materia con la didáctica de ABP en la cual los alumnos lleguen a tener un aprendizaje significativo y no se memorice a diferencia de la metodología tradicional desarrollando una mejora en el pensamiento crítico de toma de decisiones y la capacidad analítica para la resolución de problemas reales; los alumnos a partir de esta metodología, y como resultado de esta investigación, determinaron que con la nueva metodología comparada con la tradicional aprendieron mejor y mucho más (33.93%), que habían aprendido mejor (45.68%), que había aprendido igual (16.22%) y que no habían aprendido nada solo un 4.17% (Pastor de Abram,

2007 pp. 35).

Avellaneda, S. (2007) realizó una investigación para la Universidad de los Andes en la que se define la importancia de las nuevas metodologías de enseñanza en el proceso del aprendizaje, mucho más si hablamos de un materia muchas veces reconocida como poco a fin de muchos estudiantes. Como parte de lo que busca el investigador a partir de esta investigación es indagar si el método de ABP y el método interactivo de enseñanza mejora el ambiente de enseñanza-aprendizaje no solo en el área de medicina, campo en el que se inició el proceso de ABP en Estados Unidos con el fin de incrementar el aprendizaje de los estudiantes en este campo, todo lo contrario el fin del investigador es descubrir si este se puede ampliar a todos los campos o ciencias, tal es el caso de cursos como el de Cálculo diferencial, límites, continuidad y derivadas, en el cual el procedimiento de los docentes como método de enseñanza fue basada en usar las experiencias de los docentes que impartían esta ciencia. Como parte de los resultados encontrados por el investigador, se llegó a concluir que los ambientes en los cuales los docentes generan una sesión de trabajo colaborativo entre el docente y los alumnos, se vuelve un ambiente en el que los alumnos generan mayor comprensión de los contenidos recibidos por los docentes especialistas. Adicionalmente y siendo específicos se llegó a concluir que para los cursos de cálculo diferencial, límites, continuidad y derivadas, se desarrollaron modelos propuestos en los cuales el diseño mismo estaba contemplado bajo la metodología de ABP. Una conclusión importante para esta investigación es que se recomienda que el método de ABP sea usado desde el primer semestre o desde los ciclos básicos ya que la adaptación de los alumnos con el mismo deberá implicar un proceso

y mientras se defina desde el inicio del semestre este ya se tendrá en cuenta como parte de una cultura de aprendizaje (Pinzón, 2007).

Flores, P. (1998) en su investigación doctoral organizó en un análisis de carácter teórico-experimental en el cual presentó el interés por la evolución de las concepciones y creencias sobre las matemáticas, su enseñanza y aprendizaje, empleando referentes metodológicos nos habla también acerca de la tendencia de la democratización de la educación y expuso que existen tres campos de conocimientos y creencias al momento de enseñar matemáticas: conocimientos sobre la matemáticas, conocimientos sobre la pedagogía matemática y conocimientos sobre los estudiantes, son estos tres elementos mencionados por Flores que están plenamente ligados a la democratización de la educación y mucho más a la pedagogía matemática así pues se resuelve en la investigación que los estudiantes aumentaron la sensibilidad hacia los argumentos didácticos, lo que le lleva a valorar positivamente las actividades de enseñanza tales como el trabajo en grupo, el debate de las ideas en clase y resolución de problemas por los propio alumnos (Flores Martínez, 1998, pp.245). De estos tres campos identificados como elementos principales para el aprendizaje en las matemáticas el conocimiento sobre la pedagogía se refiere a la formación del profesor siendo este recomendable tenga una característica reflexiva frente al alumno ya que esto promueve identificar diversas alternativas antes de tomar decisiones de qué metodología utilizar para la obtención del aprendizaje del alumno, es pues que para la investigación de Flores, lo interesante de la reforma de la enseñanza de las matemáticas y el desarrollo de diversas capacidades en este proceso es de interés para su investigación los cambios mismo de las concepciones y creencias bajo una

temporalidad de estudio de dos años, 1993 a 1994, en la Universidad de Granada, en específico se centró en el campo anteriormente mencionado, como lo es el de la pedagogía matemática, o la forma de enseñanza de los docentes, la revisión de la investigación de Flores se centró en cómo los futuros docentes eran formados es decir, bajo qué metodología ellos se centrarían en futuro cuando ya sean docentes de matemáticas en el nivel de enseñanza de secundaria, es por esto su investigación se realizó en la Licenciatura de Matemáticas de dicha universidad, en específico en el curso de metodología de enseñanza, en la que los alumnos afrontan diversas temáticas tales como el de didáctica de la matemática ya sea en bachillerato o en nivel superior, y del mismo modo de las prácticas de enseñanza. Es necesario acotar que la investigación de Flores se centró en la metodología que implicaba el curso de prácticas de enseñanza, en el cual la metodología implica mucha similitud a la del ABP como tal, ya que las fases en la cual era impartido el curso, comprendía tres como lo eran el de planificación, realización o fase práctica y el de evaluación; fases que serán abordadas en esta investigación ya no como parte de la metodología de enseñanza tradicional sino, como parte de la reforma educativa bajo el método de ABP. En esta investigación se afrontaron entre diversas cuestiones entonces, importantes lemas tales como el de cambiar una perspectiva en los futuros docentes de las matemáticas, en específico se tomó una muestra de 29 alumnos de la asignatura en mención cuyos perfiles eran próximos ya ser licenciados en ciencias matemáticas en la temporalidad de 1992 a 1993, bajo protocolos de metodologías pedagógicas aprobadas en otras investigaciones experimentales, en la que se daba un experimentación de dos metodologías muy conocidas tales como el del constructivismo de Lev S.

Vygotsky y la de realista; tras dos años pues de investigación, se llegó a concluir que los estudiantes de bachillerato que fueron parte del análisis bajo la metodología del constructivismo o estructuralista, obtuvieron como nota promedio del curso igual a 2.59, en cambio los estudiantes que llevaron el curso bajo la metodología de realismo obtuvieron la nota promedio de 2.09, en ambos casos las notas o puntuación máxima fue equivalente a 5.

Bruner, J. (1991), conocido personaje de la psicología cognitiva americana, define que el aprendizaje es un procesamiento activo de la información y que cada persona lo organiza y construye a su manera, sus ideas en general están sumamente relacionadas con el estructuralismo en el modelo constructivista como tal, con esto se opone a un pensamiento más dinámico del aprendizaje, pues pone al estudiante en un plano menos pasivo o respondiente, pues afirma que en el alumno “no se vierte” el conocimiento como si fuera un mero líquido, todo lo contrario el hombre atiende selectivamente al ambiente y procesa y organiza la información que recibe del exterior. Específicamente en su investigación “*Actos de significado, Más allá de la revolución cognitiva*”, habla acerca de la relación existente entre el conocimiento de los alumnos en la matemática cuando entiende esta como un objeto, es decir que esta la reconoce como tal, es ahí que el conocimiento matemático y el conocimiento sobre la pedagogía del docente se relacionan estrechamente haciendo que el aprendizaje del alumno se vuelva un aprendizaje efectivo, pues define Bruner que las herramientas que utiliza las disciplinas humanas para acceder al concepto de sí mismo es definido como una relación entre la conceptualización de objetos y la importancia del lenguaje para el pensamiento y el aprendizaje, esto pues cuanto más valor adquiere la palabra en el pensamiento, el

estudiante genera un concepto propio del objeto recibido haciendo de este pensamiento un proceso simbólico. Es pues que, Jerome Bruner, es considerado como uno de los principales artífices de la teoría conocida como aprendizaje por descubrimiento, el cual la actividad del alumno, es decir bajo un modo más activo en la sesión de clase y con un docente que plantea problemas o casos que generen un espacio que hacen del espacio del salón un espacio más participativo en pro del aprendizaje efectivo, justamente el proceso de generación de respuestas ante posibles problemas en las sesiones de clases, generan un pensamiento con mayor intuición conllevando a un pensamiento mucho más analítico ya que es el alumno mismo quien es impulsado a descubrir una solución a un problema que puede o no ser real, pero este podría presentarse en algún caso futuro. Este no es el único aporte de esta investigación, y entre otras, que conllevan a muchos metodólogos hablar de currículos de enseñanza basados en espirales, es decir basados en diversos aspectos y conceptos en muchos niveles de enseñanza, citando al modelo de currículo español, este es un claro ejemplo de un modelo de currículo en espiral pues cuenta con conceptos presentes en varios cursos y de diferentes niveles de desarrollo. Es parte también de las investigaciones de Bruner exponer que el docente cuenta con una posición activa en el proceso de aprendizaje, pero en el nivel del diseño y planteamiento de las situaciones o casos expuestos en las sesiones de clases y la guía que este puede definir en la sesión como tal (Bruner, 1991).

Carl, I. (1989) en su texto *Mathematics Teacher*, ya desde finales del siglo XX habló acerca de la “Reforma de la enseñanza” de las matemáticas, abogando por una matemática más abierta a todos los alumnos con un método más

participativo de los mismos con un mayor protagonismo que el del docente; son estos inicios de nuevas concepciones de obtención de aprendizaje las que promueven una nueva forma de ver la enseñanza matemática en diversas casas de estudio que tratan de alcanzar la reforma de la didáctica matemática haciendo de la participación del alumno un componente más activo en el aula. Es pues que se definió que la importancia de un docente con un rol más como moderador demostraba que los estudiantes aumentaban el interés por los estudios en las matemáticas en comparación con los docentes que no asumían este rol. La investigación también demostró que los docentes que enseñaban con experiencias o revisión de casos, generaban en los estudiantes un mayor rango de atención, ya que tras las encuestas realizadas por los investigadores, el interés se incrementó en más de un 75% por parte de los alumnos respecto a la atención puesta en las sesiones de clases.

En la misma línea de mejora del proceso de impartir las matemáticas, es que se identificó diversas actividades que hacían de un docente mejor o mayor calificado para generar interés en los alumnos respecto a las matemáticas, como parte de lo obtenido en su investigación se definió que un docente con ciertas capacidades de exploración de nuevos conceptos o técnicas de demostraciones matemáticas, realizadores de conferencias, escritores de revistas o *journal* importantes y ligados a las matemáticas, o docentes con coordinaciones en estas ciencias o en las de ingeniería tendían a ser los docentes mejores o mayores calificados ligados a la reforma de la enseñanza que se buscaba en estas épocas para impartir matemáticas. Esta investigación fue de suma importancia para Centro de Ciencias matemáticas y el Programa Interinstitucional Académico, o CAIP por sus siglas en inglés, del mismo modo

fue de apoyo para futuras investigaciones de la UCLA (Universidad de California en Los Ángeles), la investigación consistió en el seguimiento académico de un total de 150 participantes al rededor del país. Tras esta investigación el Centro de investigaciones del CAIP dio recomendaciones sobre las diversas reflexiones expuestas acerca de la contratación de docentes con experiencia en matemáticas y en la explicación de casos primordialmente y así garantizar un aprendizaje efectivo de las matemáticas, es esta investigación una de las muestras académicas probablemente más remotas relacionadas estrechamente a la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas o ABP ya que los resultados de la investigación demuestra la relación de mejora en el proceso de aprendizaje efectivo y la enseñanza de las matemáticas bajo las demostraciones matemáticas en contextos reales y otros métodos que garantizaban y siguen garantizando el aprendizaje efectivo.

1.2 Bases Teóricas

1.2.1 Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)

Orígenes del ABP

Entre los años de 1960 y 1970 educadores de la Universidad de *McMaster* en Canadá se vieron en la necesidad de replantear la forma de enseñar cursos de la Escuela de Medicina básicamente por una necesidad de cambiar la concepción de la enseñanza de las ciencias médicas que en ese entonces se impartía meramente de forma teórica llena de diversas clases a manera de monólogos. Por otro lado, la demanda de médicos con capacidad de resolución de problemas era intensiva, al igual que ahora, era también evidente que los estudiantes de medicina no estaban siendo preparados para atender el requerimiento mencionado ya que al egresar muchos de ellos no llegaban a

encontrar soluciones lógicas en el proceso de atención de emergencias médicas o una atención clínica, es por esto se planteó una nueva concepción de formación en la cual el alumno incluiría una formación en la que es capaz de no solo adquirir información si no también procesarla e incluso probar ciertas hipótesis, los educadores de esta universidad denominaron a este proceso como Razonamiento Hipotético Deductivo, como nueva propuesta innovadora conocida en la actualidad como Aprendizaje Basado en Problemas o ABP (Fitzgerald, 2004).

Quien lideró este modelo de reforma educativa e innovador modelo de aprendizaje fue John Evans, decano fundador de la Escuela de Medicina de la mencionada universidad, quien en conjunto con un grupo de docentes de la misma escuela gestionaron una forma de generar aprendizaje en la que se adquiriera actitudes de aprendizaje significativo, la capacidad de resolución de problemas y la habilidad de trabajo en equipo. El papel del docente fue un facilitador o moderador a diferencia de la educación tradicional en en la que el mismo era el principal o único expositor en la sesión de aprendizaje (Arpí, C. *et al.*, 2012).

En los años 70's existieron universidades como la universidad de Michigan, Maastricht (Holanda) y Newcastle (Australia) entre otras que adoptaron este modelo de reforma educativa construyendo los currículos universitarios con la visión del ABP. Es la universidad de New México en los Estados Unidos quien fue líder de esta tendencia en la que asumió el reto de transformar los planes curriculares tradicionales al del uno como el del ABP (Fitzgerald, 2004).

De la misma forma en los 90's que la Escuela de Medicina de Delawere (Delawere University) o UD en conjunto con la Universidad de Nuevo México

generaron múltiples talleres en la búsqueda de la enseñanza efectiva por medio del Centro para la Enseñanza Efectiva (Center for Teaching Effectiveness) CTE por sus siglas en inglés de la UD, en la que los primeros talleres fueron sobre filosofía y física en el año de 1992 y así poco a poco se fueron dando talleres no solo para cursos de medicina, sino que también se empezaron a dar talleres de ABP para cursos de ciencias entre otros en los que la búsqueda de profesionales con capacidad analítica sea la óptima y que la habilidad de resolución de problemas se obtenga en los estudiantes a graduarse (Duch, B. et al., 2004).

En los 80's, en el *Department of Medical Education* de la Universidad de Southern Illinois, se diseñó ciertos casos por ABP en los que se definían ciertos parámetros apropiados para generar una enseñanza significativa en los cursos de ciencias médicas que hasta hoy se considera como pilar de muchos cursos que han tenido variaciones en sus currículas justamente por estas indicaciones a seguir, tales como:

- Se identifica las principales formas de solución del problema antes de ser presentados en una sesión de aprendizaje.
- El problema inicial es presentado al estudiante en la misma forma en la que se presenta en la realidad.
- El estudiante trabaja con el problema de una manera que le permita razonar y aplicar el conocimiento para ser calificado y evaluado, teniendo en cuenta el nivel de aprendizaje obtenido.
- Las áreas de aprendizaje necesarias se identifican en el proceso de trabajo con el problema y se utilizan como guía para el estudio individualizado.

- Las habilidades y conocimientos adquiridos por este estudio se aplican de nuevo al problema, para evaluar la efectividad del aprendizaje y reforzar el aprendizaje.

Es pues que el aprendizaje obtenido bajo estas indicaciones y con la metodología basada en la resolución de problemas que tenderá a un aprendizaje significativo en el que se deberá lograr la incorporación sustantiva y no arbitraria de conocimientos tratando de relacionar nuevos conocimientos muy probablemente ya existentes en la estructura cognoscitiva, es decir el proceso mismo implica en relacionar conocimientos con aprendizajes anteriores y así encontrar una solución práctica a un problema, por el cual se estará haciendo uso del pensamiento lógico, la resolución del problema deberá resumir y cointegrar en la búsqueda de las habilidades en el estudiante por medio (Barrows y Tamblynd, 1980).

Estas variaciones curriculares fueron aplicados en muchas universidades tales como el Instituto de Springfield, Illinois, en el Center for Study Of Problem-Based Learning en el que la academia de Ciencias Matemáticas incluyó casos con ABP o PBL por sus siglas en inglés introduciendo así la búsqueda del desarrollo de capacidades y habilidades por resolución de casos, siguiendo estas líneas de metodologías innovadoras el Center for the Study of Problem-Based Learning at Ventures in Education de New York realizó también cambios curriculares que dejaban claro a los alumnos que podían y debían tener un papel más activo en toda sesión de aprendizaje, en general el ABP fue una de las principales herramientas de cambio en más de 60 universidades a lo largo de sus inicios en escuelas médicas, odontólogas, farmacias, enfermerías, ciencias y matemáticas y no solo en escuela de pregrado sino también en las

escuelas de educación básica regular (Delisle, 1997).

Todas las escuelas que adoptaron un posición de una nueva ideología de innovación educativa han tenido el mismo pensamiento o concepción de origen, que es el de adoptar un modelo que consiste en tener un docente que asume el papel de tutor en el que trabaja con un grupo poco numeroso en los que se plantea diversos casos o situaciones que son lo más real posible a los que se podrían dar en la realidad para verificar el cómo el alumno puede encontrar la solución por medio entonces de un aprendizaje autónomo y muchas veces autodirigido y centrado en el estudiante teniendo entonces una trayectoria en la que las universidades de todo el mundo se han ido basando sus transformaciones curriculares en ABP tomándolo como reto en pro del conocimiento efectivo.

Qué es el Aprendizaje Basado en Problema

En el 1986 Barrows define al ABP como “un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos” (Barrows H., 1986).

Estas adquisiciones de concepciones innovadoras del conocimiento tienen un inicio que es usar un problema como punto de partida en el que el alumno de forma individual o de forma colectiva en pequeños grupos trata de solucionar el problema de la forma óptima y realista conllevándolo a un aprendizaje efectivo y asumiendo el conocimiento como parte (Duch, B. et al., 2004).

Morales, P. y Landa, V. (2004) exponen que el ABP desde su origen en McMaster ha tenido múltiples formas de interpretación de adecuación acorde a la escuela o universidad que lo adquiriría, pero este no deberá en ningún momento perder las siguientes características identificadas en el modelo de

McMaster como lo son:

- a) El aprendizaje deberá estar centrado en el alumno, en esta característica identificada es el alumno quien toma un papel más activo, siendo el docente un consultor en el cuál el alumno puede verse apoyado por el moderador o docente, más no debe ver al docente como un expositor de un monólogo en la sesión de aprendizaje, obteniendo entonces que el alumno se concentre en el área de interés del problema a resolver y haciendo de este un conocimiento efectivo.
- b) El aprendizaje se produce en grupos pequeños de estudiantes, al tener un menor grupo de personas en la resolución del caso es el alumno que puede desarrollar de mejor manera el mismo, esta característica es trabajada desde sus orígenes en McMaster, con grupos máximo nueve estudiantes por caso a resolver. Se define pues que el alumno tiene mayor posibilidad de adquirir práctica con variedad de personas sin perder su protagonismo en la resolución del mismo.
- c) Los profesores son facilitadores o guías, en sus orígenes del ABP en la universidad de McMaster el docente era conocido como tutor, en el que mediante preguntas hacía que el alumno en la resolución del caso o en la sesión del aprendizaje genere mayor número de cuestionamientos que garanticen el conocimiento efectivo.
- d) Los problemas forman el foco de organización y estímulo para el aprendizaje, en el que el estímulo es básicamente una situación de simulación de un evento en particular en el que el alumno es colocado en un caso que podría ser el real en el futuro, haciendo que este después pueda

resolver de forma más efectiva ya que pasó por diversas situaciones de ensayo-error.

Todas estas características están estrechamente vinculadas a la búsqueda de un alumno que sea capaz de analizar y resolver problemas de la vida real, evaluar y encontrar siempre fuentes de información adecuadas que sean de apoyo para la resolución del mismo y que la cooperación del equipo generen la habilidad de comunicación eficaz, garantizando así no solo habilidades duras, como el conocimiento en sí, sino que también las habilidades blandas con la sociabilidad entre grupos de personas (Duch, B. et al., 2004).

Ya que en esta sección se ha hablado de aprendizaje efectivo o significativo, es necesario en esta revisión conceptual que se mencione entonces los modos de aprendizaje pues para el lector debe quedar claro que el aprendizaje efectivo contempla una reforma misma de la educación enmarcada en un rol más activo del estudiante. En este sentido Ausubel, identifica dos dimensiones de aprendizaje tales como:

- A. **El procedimiento mediante el cual el material llega al estudiante**, este puede ser de una forma **Receptiva** o **Por descubrimiento**. Para esta investigación nuestro principal foco es el de descubrimiento, ya que en el primer caso, como se ha expuesto ya, es el docente quien expone los conceptos necesarios o que necesita sea captado por sus asistentes.
- B. **El Modo en el que el estudiante incorpora** la información en su estructura cognoscitiva, este se puede clasificar en un aprendizaje por recitación, este relacionado al procedimiento receptivo, el cual solo exige que internalice e incorpore el material que se expone de modo que

pueda recuperarlo o reproducirlo en alguna fecha futura. Muy por el contrario, el modo de aprendizaje significativo o efectivo, ligado al segundo procedimiento que es el de descubrimiento.

El aprendizaje por descubrimiento, tema de suma importancia para el ABP, tiene como rasgo esencial que el conocimiento debe ser descubierto por el alumno para después ser incorporado a la estructura cognoscitiva y que este sea estructural en el proceso de optimización, modelación o simplemente resolución de un problema futuro relacionado o no a su vida profesional. Es necesario también acotar que este tipo de aprendizaje significativo es una forma de enlace entre los conocimientos anteriores y los nuevos o descubiertos, pero la fijación de los mismos o la fijación sólida de estos dependerá de la disponibilidad del alumno respecto a la aplicabilidad del conocimiento descubierto como útil en el futuro.

Existen autores como Pablo Pérez (2015) que menciona que ambas formas de recepción y modo de aprendizaje pueden cointegrarse y formar un aprendizaje por descubrimiento significativo, es decir en el que descubrimiento como tal implica de parte del docente moderador, la acción de proporcionar información incompleta a los estudiantes, pero al mismo tiempo los datos y/o cumplimiento de objetivo a alcanzar, incluso mencionar cual será la aplicabilidad futura cuando este necesite estos conocimientos en su día a día laboral o personal (Sánchez, 2015).

Es necesario mencionar que las matemáticas y los modelamientos aprendidos en esta ciencias son necesarios no solo en la vida profesional, sino también la personal como se expuso ya que la fluidez en este mundo “matematizado” lo requiere, ejemplos tan simples como escoger un producto o servicio demuestra

la utilidad de discriminación entre una variable u otra (x o y por ejemplo) o el hecho del proceso de entendimiento de los gráficos leídos en los diarios, reportes u otros que hacen de las matemáticas de uso prácticamente cotidiano. Es por esto que es necesario también como parte de la revisión teórica de lo que implica el ABP, considerar la explicación del cómo los estudiantes aprenden según las acciones o actividades de enseñanza realizadas por el docente moderador en la sesión de clase, esto lo define bien Alexander Ortiz en su investigación de Neuroeducación (Tabla N°01) en la que se muestra como existe un cono de aprendizaje expuesto primordialmente por Edgar Dale en el que se puede entender cómo los alumnos aprenden con diversos medios y cómo las acciones de los mismo pueden llevarnos a un aprendizaje significativo o efectivo, demostrando que el cerebro humano aprende de mejor forma con la experiencia a que con otro recurso (Ocaña, 2015). Es también necesario, que en conjunto con estas especificaciones, el docente moderador en el aula deberá considerar el tipo de la frecuencia del estímulo positivo para alcanzar el porcentaje de atención y por ende de captación de conocimientos, nos referimos a los estímulos pues son estos estímulos los que generan la sinapsis entre las neuronas, conexiones entre las neuronas, es pues que mientras más fuerte sea la conexión misma entre las neuronas, más significativo y duradero será el aprendizaje originado en la sesión de clase. Es en este sentido que se define al aprendizaje significativo como parte del proceso de ABP como un resultado de los estímulos provenientes del exterior.

Tabla 1. *Adaptación del Cono de Aprendizaje*

El Estudiante aprende	Actividades de enseñanza	Acciones de aprendizaje	Naturaleza de la implicación
5% de lo que escucha	Lecciones	Escuchar palabras en clase	
10% de los que lee	Lectura	Leer	
20% de lo que escucha y observa	Audiovisual	Escuchar palabras. Observar un proceso hecho concluido.	
30% de lo que le demuestran	Demostración	Escuchar explicaciones. Ver imágenes, gráficos, ilustraciones y demostraciones.	PARTICIPANTE PASIVO
50% de los que escucha, observa, debate y expresa.	Grupo de discusión	Observar un video, una muestra o una demostración. Expresar opiniones, argumentar. Participar en un grupo de discusión.	
75% de los que debate, expresa y practica	Práctica	Expresar opiniones, argumentar. Hacer actividades prácticas.	PARTICIPANTE ACTIVO



90% de lo que debate, expresa, practica, hace y enseña a los demás	Enseña a otros	Dramatizar. Simular la experiencia real Hacer realidad alguna situación. Enseñar a otros
---	----------------	---

Fuente: Adaptado de libro de Neuroeducación Ortiz, A. (2015)

Estrategia de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)

Howard Barrows define al ABP como un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos, en el cual se requiere que los alumnos se involucren de forma más activa en su propio aprendizaje hasta el punto de definir un escenario de formación autodirigida (Barrows, 1986).

El escenario de investigación fijado por, el médico y educador, Howars Barrow fue en la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de McMaster (Canadá) en la cual define ciertas características tales como:

- a) El aprendizaje está centrado en el alumno.
- b) El aprendizaje se produce en pequeños grupos.
- c) Los profesores son facilitadores o guías de este proceso.
- d) Los problemas son un vehículo para el desarrollo de habilidades de resolución de problemas.
- e) La nueva información se adquiere a través del aprendizaje autodirigido.

Así mismo muchas de estas características de esta metodología de aprendizaje tienen como base teórica la escuela cognitiva, en específico la constructivista, en la cual la premisa básica es que el aprendizaje es un proceso de construcción del nuevo conocimiento sobre la base del previo (Escribano, 2010). Existe pues un circuito o flujo de interacción entre las partes involucradas

(Imagen 01), en la búsqueda del conocimiento de largo plazo no memorístico, el cual delimita a un alumno con una función más activa en la búsqueda del conocimiento, para lo cual el ABP como didáctica de aprendizaje juega un rol importante al diferenciarse de la didáctica tradicional ya que esta sobrecarga la mente de los estudiantes con una serie de detalles un tanto inútiles, privándolos incluso a veces de los elementos importantes que podrían facilitar la comprensión de los conocimientos del estudiante.

El método tradicional al no fomentar el pensamiento crítico en los alumnos incluso puede llevar a que estos no resuelvan fácilmente sus propias inquietudes llevándolo al aburrimiento y desinterés hacia el curso en el cual está siendo partícipe, es por esto que muchas investigaciones proponen al ABP como una propuesta de aprendizaje que reta a los estudiantes a “aprender aprendiendo” a través del trabajo cooperativo para buscar soluciones a los problemas del mundo real.

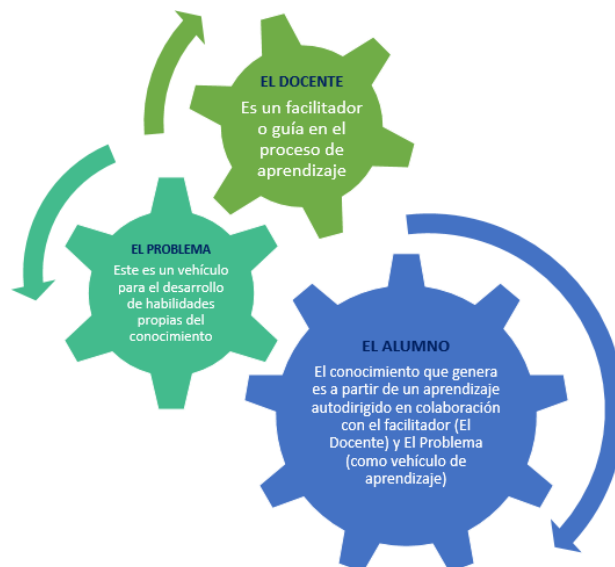


Figura 1. Flujo de Interacción entre el Docente y el Alumno con ABP
Fuente: Imagen adaptada de “El ABP”, Escribano, A. (2010)

Como parte de la planificación del ABP existe un proceso que parte con una presentación de un problema y a partir de este se trata de encontrar una respuesta, este proceso se determina en ocho pasos:

1. Presentación del problema: escenario del problema.
2. Aclaración de terminología
3. Identificación de factores.
4. Generación de hipótesis.
5. Identificación de lagunas de conocimiento.
6. Facilitación del acceso a la información necesaria.
7. Resolución del problema o identificación de problemas nuevos.
8. Aplicación del conocimiento a problemas nuevos.

Estos pasos definen un proceso cíclico de trabajo que puede repetirse, caso de considerarse necesario (Escribano, 2010). Así mismo existen comparaciones entre la planificación por ABP y la estrategia tradicional que Kenly (1999) describe algunas diferencias entre las planificaciones tales como los descritos en la Tabla 2.

Tabla 2. *Elementos del Aprendizaje en sistemas convencionales y en el ABP*

Elementos del Aprendizaje	En el Aprendizaje Convencional	En el Aprendizaje Basado en Problemas
Responsabilidad de generar el ambiente de aprendizaje y los materiales de enseñanza.	Es esperado y presentado por el profesor.	La situación de aprendizaje es presentada por el profesor y el material de aprendizaje es seleccionado y generado por los alumnos.
Secuencia en el orden de las acciones para aprender.	Determinadas por el profesor.	Los alumnos participan activamente en la generación de esta secuencia.
Momento en el que se trabaja en los problemas y ejercicios.	Después de presentar el material de enseñanza.	Antes de presentar el material que se ha de aprender.
Responsabilidad de aprendizaje.	Asumida por el profesor.	Los alumnos asumen un papel activo en la responsabilidad de su aprendizaje
Presencia del experto.	El profesor representa la imagen del experto.	El profesor es un tutor sin un papel directivo es parte del grupo de aprendizaje.
Evaluación.	Determinada y ejecutada por el profesor.	El alumno juega un papel activo en su evaluación y la de su grupo de trabajo.

Fuente: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Kenley (1999)

Como se ve en la comparación propuesta por Kenley (1999) en su investigación en el Instituto de Monterrey (ITESM) la estrategia de planificación del ABP en la Guía de los problemas es el alumno que asume un rol más activo teniendo

al docente o moderador con un papel de tutor o directivo quien el aprendizaje por el método tradicional tiene un rol más activo cuyo fin o responsabilidad es el del aprendizaje por descubrimiento en los alumnos.

En conclusión, es el estudiante que tiene una principal responsabilidad con la metodología de ABP teniendo como partida un problema en el cual este tiene que analizar, profundizar las materias, distinguir entre lo importante y lo secundario y autogenerar conocimiento.

El docente aquí tiene una responsabilidad mayor con el tipo de problema que presenta a sus alumnos y pensar en el cómo ellos abordarán al mismo y tratarían de encontrar la solución del mismo, tratando de convertir el conocimiento del alumno en un conocimiento profesional que perdure en el tiempo generado un acceso intelectual al mismo.

Son los agentes de una sesión de clase tales como el alumno y docente, que buscan la integración de la teoría y la práctica de tal forma que ambas se conecten de forma instantánea en el ámbito profesional del alumno, y este como parte de la Estrategia de Planificación de ABP resalta el hecho que para que se cumpla que el alumno integre práctica y teoría el ejercicio propuesto por el docente deberá estar diseñado para el logro de ciertos objetivos de aprendizaje propios de la estructura del curso en el cual se está impartiendo con esta metodología en el cual es el problema es quien genera preguntas en vez de respuestas.

Escribano, A. (2010) propone diversas ventajas presentadas por diversos autores para las materias en las cuales se imparte en el ámbito universitario con la metodología de aprendizaje del ABP, entre las que más resaltan la de la intensificación de la curiosidad intelectual, desarrollándose así el pensamiento

crítico y creativo del alumno para buscar la mejor manera de resolver el problema adoptando un enfoque de aprendizaje.

Estrategia de Planificación de ABP

Boud y Felerti (1997) proponen que la metodología del ABP no solo permite que los estudiantes “aprendan aprendiendo” sino a formular las interrogantes necesarias para “poder aprender” entre las cuales el alumno deberá formular preguntas tales como ¿Qué información necesito?, ¿Dónde puedo encontrarla?, ¿Cómo puedo organizar los datos encontrados?, entre otras; para lo cual se define un proceso:

A. Inicio: Se presenta un problema o caso a los estudiantes por medio impreso, auditivo u otro.

B. Desarrollo entre alumnos: Los alumnos discuten el modo o forma de desarrollo del mismo y los temas que no conocen son registrados por el docente como “temas de aprendizaje”.

C. Desarrollo con el docente: Los alumnos son animados a resumir su conocimiento y vincular sus nuevos conceptos con los saberes previos. Este proceso cuenta con un papel de dirección, investigador y apoyo por parte del docente y desde el lado del alumno este asume un rol activo en el cual es de su responsabilidad generar su propio aprendizaje.

Estos procesos diferencian al ABP de la enseñanza tradicional de la facilitación y comprensión de los conocimientos generados, esta es la base del ABP cuyo objetivo es el de generar aprendizaje significativo, también es importante que como parte de los procesos del ABP se defina que el principio básico que lo sostiene es el de iniciar con un problema desafiante para que el alumno motivado por el mismo lo resuelva, y esta motivación se obtiene únicamente

teniendo un problema a resolver con un contexto muy real, retador e incluso desafiante (Duch & Allen, 2001).

Como parte de la estrategia de planificación del ABP, el problema o la guía de problemas cuenta con diversas características que cumplen con la metodología del ABP tales como la de ser un problema motivador, es decir que asegure o capte el interés del alumno, la motivación del problema será mayor en cuanto este sea más similar a la realidad creando así un conflicto cognitivo, generador de pensamiento crítico en el cual el alumno emita juicio basado en hechos seleccionando la información relevante en el cual tal vez la solución no sea la correcta y (3) cooperativo en el cual la complejidad del problema debe garantizar la participación de todos los involucrados (Pastor de Abram, 2007).

Estrategia de Ejecución de ABP

Existen múltiples formas de ejecutar una metodología de ABP, pero todas responden a la búsqueda de diversos aspectos positivos en el aprendizaje, tales como el facilitar la comprensión de los nuevos conocimientos, resultando este sea indispensable para el logro de un conocimiento significativos.

Este ámbito David (1976) sostiene que es el alumno como eje activo el que será capaz de lograr una conexión entre la información recibida del docente para la resolución del caso o del ejercicio planteado bajo la concepción de ABP, generando así un aprendizaje significativo.

La ejecución de la estrategia del ABP también busca identificar o promover la disposición afectiva y la motivación de los alumnos, este último recurso es sumamente importante para el logro de aprendizajes significativos, tal cual es la opinión de David Ausubel (1976) quien expone previamente el papel del docente como facilitador no solo de conocimientos si también como facilitador

de motivaciones para así garantizar el aprendizaje de conocimientos significativos.

Estas motivaciones ya sean de tipo intrínseca (interés por el aprendizaje) o extrínseca (nota del curso aprobatoria) es buscado ser equilibrado por la metodología del ABP y así forjar el conocimiento significativo, el cual es alcanzado por tres factores fundamentales en la ejecución de la metodología del ABP tales como la atención brindada por los docentes, la naturaleza del ejercicio, caso proyecto propuesto y el sistema de evaluación implementado (Pastor de Abram, 2007).

Se dice que, a diferencia de los cursos con didáctica tradicional, en el ABP como caso de didáctica novedosa son los profesores quienes como guías están allí para apoyar a los alumnos es por eso es crucial la supervisión de parte de los docentes hacia los alumnos en el proceso de ejecución del ABP ya que es la misma característica de reto del ABP es que pone al alumno en la necesidad tal vez de sentir el apoyo mayor de parte de una voz guía en todo el proceso de resolución del caso.

Estrategia de Evaluación del ABP

En los cursos impartidos bajo la modalidad de ABP, lo que se tiene a bien aprender es potencial y lógicamente significativo para los estudiantes, es por esto que habiendo tenido una guía de parte del facilitador profesor en el proceso de ejecución, la sección de la evaluación será de total simpleza abriendo no solo a la búsqueda de una nota o una calificación como parte de la motivación extrínseca sino también la búsqueda de la motivación intrínseca bajo la concepción de llegar a obtener un aprendizaje o conocimiento significativo David Ausubel (1976). Es por esto como mencionábamos es de

total importancia de parte del profesor ser quien no solo proporciona información, textos, copias u otro material de trabajo sino también proporcionar información necesaria del diseño establecido del proceso de evaluación del caso el cual medirá cuantificablemente el logro de un determinado objetivo.

Es necesario que el docente entienda también que en los cursos dictados bajo la modalidad de ABP, los estudiantes no son reproductores de respuestas sino de creadores de ellas, bajo esta consigna es que el docente tiene que estar preparado para responder cualquier posible interrogante que el alumno considera como ayuda para la resolución de un caso, ejercicio u otro planteado como parte del proceso de evaluación del docente.

Así como es crucial la participación del docente como facilitador y del alumno como ente activo en la generación de conocimiento lo es también la colaboración y la cooperación como parte de la formación de aprendizaje ya que es este es producto de una actividad social, resultante de la confluencia de factores sociales, así como la interacción comunicativa compartida en la búsqueda del conocimiento de largo plazo, esto según Vygotsky (1986) es el aporte generado por las capacidades inter comunicativas entre los alumnos ya que es más eficaz cuando el aprendiz intercambia ideas entre sus compañeros llegando a una colaboración intersocial en la formación de conocimiento significativo promoviendo el desarrollo intelectual más armónico entre los alumnos.

1.2.2 Capacidad de optimización de un modelo matemático

Definición de Modelación Matemática

La Modelación matemática es un proceso involucrado en la representación de un fenómeno o situación, en la cual la representación misma trata de generar

una similitud con el espacio real de la representación, es pues que esta se alinea al aprendizaje significativo pues la metodología misma predispone el aprendizaje por descubrimiento. Es también conocido que el proceso de modelación matemática como tal cuenta con diversos pasos que involucran lo siguiente: (1) Delimitación del problema, en esta fase el docente moderador debe generar la familiarización del problema a resolver por parte del alumno, (2) Formulación del problema, en esta fase el alumnos deberá contemplar los conceptos teóricos previos a la formulación en sí que demandará la resolución del problema planteado en la fase inicial, (3) La formulación de una probable respuesta al problema planteado, es decir la generación de la o las posibles hipótesis que se pueden generar a partir de esta fase, (4) Interpretación de la solución y la validación del modelo, ya que se generaron hipótesis y se trabaja individual o grupalmente para lograr la solución del problema planteado es el alumno quien llega a una interpretación de la solución y busca validar la modelación misma, y (5) Evaluación, esta fase de la modelación llega a la respuesta misma del planteamiento del problema.

Adicionalmente a estas fases, es necesario también saber que la modelación matemática, y por lo tanto el proceso de optimización misma de un modelo matemático, cuenta con la característica principal de propiciar ciertas características en los alumnos, tales como (Hein, 2004):

- a) Integración de la matemática en otras áreas de la matemática, generando así el pensamiento crítico.
- b) El interés por la aplicabilidad de las matemáticas en la vida real.
- c) La mejora de la aprehensión de los conceptos matemáticos.
- d) Capacidad para la lectura, interpretación, formulación y resolución de

situaciones en diversos campos.

- e) Estimulación de la creatividad en la formulación y resolución de problemas.
- f) Habilidad en el uso de la tecnología.
- g) Capacidad de interacción con el grupo con el cual se busca la solución de un problema, esta acción dependerá mucho de la capacidad del docente y su ánimo por generar espacios colaborativos en el salón de clase.
- h) Orientación para la realización de investigación.
- i) Capacidad para la mejora de la redacción no solo matemática sino también en diversos campos.

De igual forma hablar del rendimiento en las matemáticas y de la generación de capacidades matemáticas es necesario abordar temas necesarios tales como el de la formación del profesorado que imparte esta materia a cualquier nivel educativo, ya que su formación definirá si este cuenta con un perfil de investigador o con un perfil que genera el pensamiento reflexivo en sus estudiantes y por ende un aprendizaje efectivo y rendimiento positivo en las matemáticas.

Parte de la forma aprendizaje de los docentes pues existe un componente psicológico y otro pedagógico que está estrechamente relacionado al perfil que presentará el profesorado al culminar su fase de formación, es por esto que muchas investigaciones que abordan el aprendizaje de la matemática destacan tres campos de conocimientos y creencias, tales como (1) el conocimiento y la creencia sobre la matemática, (2) el conocimiento y creencias sobre la pedagogía de la matemática y (3) la creencia en los estudiantes (Flores Martínez, 1998).

Según las investigaciones de diversos investigadores que abordan esta

variable de suma importancia cuando un docente cuenta con estas como parte de su constructo formativo es que se habla de un docente o profesor eficaz. Todo docente debe tener en cuenta que el conjunto de conocimientos que imparte en su sesión de clase forma lo que se conoce como una estructura cognitiva, en la que existen dos posiciones o teorías cognitivas, tales como la teoría asociacionista y la teoría estructuralista. En el primer caso, la asociacionista son los conocimientos recibidos en la sesión de clase los que son almacenados en unidades pequeñas en la memoria como parte de un estímulo extrínseco o intrínseco, y ante la inexistencia del estímulo es muy probable que el conocimiento desaparezca. En relación a esta teoría se expone que, en el proceso de aprendizaje de la matemática, por ejemplo, el alumno al estar estimulado por la obtención de una nota como resultado de su aprendizaje este se ve casi obligado a almacenar información necesaria para obtener una nota aprobatoria, pero al desaparecer este estímulo de nota las ansias por seguir aprendiendo sobre la materia o generarse conocimiento reflexivo sobre un tópico en especial en su asignatura este deja de investigar. Muy por el contrario, la segunda posición, la de teoría estructuralista supone la generación de redes de conexiones entre lo recibido en una sesión de clases con la realidad, llevando al aprendizaje de la matemática hacia un aprendizaje efectivo o reflexivo. Sin embargo, ambas teorías pueden llevar a un aprendizaje efectivo pues dependerá mucho del estudiante también en el proceso de aprendizaje. De esta relación y disuasión al mismo tiempo existente entre ambas teorías reducidas en la investigación de Pozo, J. (1989)

Tabla 3. Principales diferencias entre el cognitivismo asociacionista y el estructuralismo

	Asociacionismo	Estructuralismo
Epistemología	Realismo	Constructivismo
	Empirismo	Racionalismo
Enfoque	Elementismo	Holismo
Sujeto	Reproductivo	Productivo
	Estático	Dinámico
Origen del		
Cambio	Externo	Interno
Naturaleza		
del cambio	Cuantitativa	Cualitativa
Aprendizaje	Asociación	Reestructuración

Fuente: Teorías Cognitivas del Aprendizaje (1989)

Uno de los puntos que es más interesantes de la tabla 3 presentada, es el que el alumno que recibe una sesión de clase bajo la teoría estructuralista es un sujeto productivo en vez de reproductivo, la diferencia radica en que el producir es generar un conocimiento por ende conocimiento efectivo a diferencia que el reproductivo pues este solo como indica la palabra solo reproduce una realidad más no genera pensamiento analítico futuro.

Epistemología de las matemáticas: Conocimiento y desarrollo de capacidades
 El conocimiento de las matemáticas y la forma de cómo aprender matemática están estrechamente involucradas con los métodos de cómo hacer las mismas,

ya sea por deducción / intuición, o razonamiento demostrativo / razonamiento plausible se trata de siempre orientar a un aprendizaje de esta materia por un método que fomente el razonamiento lógico.

Es importante también abordar la relación existente entre la relación de la matemática con el mundo real o físico que nos llevan a discutir sobre la utilidad del conocimiento matemático para las otras ciencias.

Es pues que hacer o generar aprendizaje de la matemática identifica que no es solo resolver problemas, sino que también es adaptar lo que conocemos de nuestro contexto e intentar que mediante las matemáticas se pueda comprobar o rechazar, de esta forma estaríamos haciendo uso del aprendizaje de la matemática como resultado de la labor demostrativa del matemático como razonamiento demostrativo.

En esta línea del conocimiento y de la generación e capacidades, se define a un objeto del aprendizaje como el conocimiento de una realidad, que cuando esta se presenta a un sujeto recibirá el nombre de una materia del conocimiento, siendo esta variable importante en el proceso de materialización de una capacidad ya que el cerebro y el pensamiento matemático generan bajo un proceso un modelamiento sea cual fuera en la mente del sujeto:

a. Adaptación: El conocimiento de un modelo matemático que se desea aplicar en la realidad objeto de estudio o contribuyente de su desarrollo dependerá mucho de la intervención del moderador o docente de la sesión de clase, este deberá ligarla estrechamente con la realidad objetivo, ya que si este desea relacionarla con la gestión administrativa o de negocios tendrá que ubicar la comunicación idónea para el correcto entendimiento de los participantes.

b. Modelización: Ya que la matemática estudia la realidad, el moderador deberá crear modelos, tales como el de optimización, a partir de conocimientos matemáticos previamente estudiados por el participante tanto en su realidad como en la abstracción.

c. Resurgimiento: El conocimiento matemático se reconoce en el comportamiento de las realidades presentadas por el moderador de la sesión de la clase.

Tras la recepción de la información, y considerando que el cerebro recibe unos 4000.000 millones de bits de información por segundo y el humano siendo consciente que solo dos mil es que procesa la información para generar el modelo que le solicita el moderador que realice para llegar a obtener un resultado que se alinee a la realidad buscada (Mendoza, 2018).

1.3 Definición de términos básicos:

Actividades en la planificación de ABP: Son las diversas tareas que los alumnos deben realizar para acceder a los contenidos de la materia y poder alcanzar los objetivos propuestos como lecturas, videos, etc. (Escribano, 2010).

Aprendizaje: Se dice que el alumno garantiza el aprendizaje efectivo cuando este hace parte de él un conocimiento en específico (Pastor de Abram, 2007).

Autoevaluación: tiene la finalidad de hacer pensar al alumno sobre lo que sabe, lo que no y lo que necesita saber para entender una asignatura en especial (Escribano, 2010).

Conocimiento Significativo: Se dice que el conocimiento significativo o aprendizaje de largo plazo es el cual se ha generado a partir de la guía o andamiaje del docente (Escribano, 2010).

Currículo: Diseño o plan del curso en el cual el docente es parte del eje de la metodología de dictado de este, en el cual existe un contenido de logros e indicadores a evaluar (Escribano, 2010).

Docente Facilitador: En la literatura pedagógica, la preocupación del docente por la obtención de aprendizaje o conocimiento significativo es una constante búsqueda, esta se obtiene en cuanto el docente sepa canalizar los procesos de formación y desarrollo del conocimiento en sí para de esta forma saber llegar a obtener la motivación del alumno como pilar de conocimiento obtenido por medio de ABP (Escribano, 2010).

Estrategia de ABP: Howard Barrows define al ABP como “como un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos” (Barrows, 1982).

Estrategia de Aprendizaje: “Conjunto de acciones que se realizan para obtener un objetivo”. De estas acciones se puede decir que estas corresponden a una serie de procesos cognitivos, con los que es posible identificar capacidades y habilidades cognitivas, de igual modo, se puede contar con técnicas y métodos para el estudio (Monereo, p. 24, 2000).

Estrategia de Enseñanza: Son los distintos procedimientos o recursos, organizadores del conocimiento, utilizados por el educador con el fin de promover aprendizajes significativos, desarrollados a partir de los procesos contenidos en las estrategias cognitivas, partiendo de la idea que el docente o educador es el mediador del aprendizaje (Diaz, 1998, Medrano, 2006. P.48).

Evaluación: Seguimiento o cuantificación de los logros u objetivos del curso por medio de una actividad en específico (Pastor de Abram, 2007).

Técnicas pedagógicas: Las más utilizadas en el ABP son el estudio independiente, el grupo de discusión, la experimentación, la inducción, la deducción y la tutoría definidas por el plan del docente (Escribano, 2010).

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1 Formulación de Hipótesis

2.1.1 Hipótesis General

Existe relación directa entre la estrategia de ABP y el desarrollo de la capacidad de optimización de un modelo matemático en un contexto de negocios en los alumnos de la carrera de Administración con mención en Dirección de Empresas del Programa de Profesionalización de Adultos DPA-ESAN, analizado en el año 2016.

2.1.2 Hipótesis Específicas

Existe relación significativa entre la estrategia de planificación del ABP el desarrollo de la capacidad de optimización de un modelo matemático en un contexto de negocios en los alumnos de la carrera de Administración con mención en Dirección de Empresas del Programa de Profesionalización de Adultos DPA-ESAN, analizado en el año 2016.

Existe relación significativa entre la estrategia de ejecución del ABP y el desarrollo de la capacidad de optimización de un modelo matemático en un contexto de negocios en los alumnos de la carrera de Administración con mención en Dirección de Empresas del Programa de Profesionalización de

Adultos DPA-ESAN, analizado en el año 2016.

Existe relación significativa entre la estrategia de evaluación del ABP y el desarrollo de la capacidad de optimización de un modelo matemático en un contexto de negocios en los alumnos de la carrera de Administración con mención en Dirección de Empresas del Programa de Profesionalización de Adultos DPA-ESAN, analizado en el año 2016.

2.1.3 Operacionalización de variables

- **Variable 1:** Estrategia de ABP
- **Variable 2:** Desarrollo de la capacidad de optimización de un modelo matemático en un contexto de negocios

Tabla 4. Operacionalización de Variable Independiente

VARIABLE 1	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	INSTRUMENTO	
Estrategia de ABP	Def. Conceptual				
	Método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos.	Planificación de ABP	Construye la función de costos, en función de los objetivos del caso planteado	1.1 1.2	Práctica de aula
	Def. Operacional				
Es una estrategia de enseñanza-aprendizaje centrada en el alumno, que organiza el aprendizaje alrededor de problemas holísticos o casuísticos.	Ejecución de ABP	Determina la función de costo mínimo bajo la premisa de minimizarlos.	2.1 2.2 2		
		Evaluación de ABP	Reconoce las herramientas que impartió el facilitador		
			Y aplica para el cumplimiento de los objetivos planteados en una herramienta de evaluación	3	Evaluación ABP

Elaboración propia

Universo: Universitarios matriculados en el curso de matemáticas del año académico 2016 en la Universidad ESAN

Tabla 5. Operacionalización de Variable Dependiente

VARIABLE 2		DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	INSTRUMENTO
Desarrollo de la capacidad de optimización de un modelo matemático	Def. Conceptual				
	La Modelación matemática es un proceso involucrado en la representación de un fenómeno o situación	Funciones	Reconoce y construye una función matemática asociada a la gestión, a partir de los datos proporcionados.	3 5	
	Def. Operacional				
	Es un proceso ligado a la representación o abstracción de una realidad, en la que a través de un examen final se trata de medir la capacidad del alumno de respuesta o de optimización.	Reglas de derivación	Aplica las reglas de derivación para funciones, con el fin de obtener el óptimo.	1.a 1.b 2 5	Examen Final
		Optimización de funciones en una variable	Obtiene el valor que maximiza o minimiza una función con el objetivo de tomar una decisión eficiente.	3	

Elaboración propia

Universo: Universitarios matriculados en el curso de matemáticas del año académico 2016 en la Universidad ESAN

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño metodológico

Diseño no Experimental, de nivel correlacional y de tipo básica, en la que se procedió en la identificación de la relación entre la Estrategia de ABP y el desarrollo de la capacidad de optimización de un modelo matemático en el programa de Profesionalización de Adultos DPA-ESAN.

3.2 Diseño muestral

La población en estudio estuvo conformada por el total 144 alumnos matriculados en el año 2016 en el curso de Matemática Aplicada del Programa de Profesionalización de adultos DPA-ESAN de la carrera de Administración con Mención en Dirección de Empresas. Así mismo, la muestra de la investigación la conformó el total de la población en estudio, por lo tanto se trabajó con una muestra censal.

3.3 Técnicas de recolección de datos

Tipo de análisis de datos: cuantitativo

Descripción del instrumento: Mediante el uso del ordenamiento de las variables operacionales, y la identificación de las dimensiones e indicadores. Se consideró el examen final como el instrumento para la operacionalización de la variable dependiente, conformada por un examen final compuesta por un

total de cinco preguntas, bajo las siguientes dimensiones a calificar:

- Funciones (2 ítems).
- Reglas de derivación (3 ítems).
- Optimización de funciones en una variable (1 ítem).

Para la obtención de otros datos relacionados con el cumplimiento de los objetivos y la búsqueda de la eficacia del método de ABP se aplicó la recolección de los siguientes instrumentos:

i. Encuesta de alumnos: Se contempló la elaboración de una encuesta para los alumnos que llevan el curso de matemática aplicada, esta encuesta validada por una investigación de la PUCP, investigación citada en esta investigación, cuenta con preguntas cerradas y abiertas de opinión, esta como herramienta de identificación de percepción de los alumnos frente a la metodología aplicada en el curso de matemáticas (Anexo 02).

ii. Resolución de caso por ABP: Se presentó un caso a resolver por el docente, el cual está validado bajo la premisa de la metodología de ABP, realizada por investigaciones citadas en esta investigación (Anexo 01).

Almacenamiento de datos: en el Software Excel 2010

Procesamiento de datos:

- Para la etapa descriptiva: se usó gráficas estadísticas y barras.
- Para la evaluación de estadística inferencial tales como la medición de la relación entre las variables: se realizó un modelo de regresión lineal en el cual se usó el programa de Stata 16.

3.4 Técnicas para el procesamiento y análisis de los datos

Para la obtención de los datos secundarios se aplicó la recolección de datos a partir de la base de información propuesta por el Programa de

Profesionalización de Adultos DPA de la carrera de Administración con Mención en Dirección de Empresas, tal es el caso como nombre de curso, secciones, profesores, notas finales y parciales y número de matriculados para el año de investigación 2016. Para esta investigación por el tipo de investigación se aplicó técnicas tales como la de tabulación, para el procesamiento de los datos recopilados se usó el programa Excel.

Para el análisis y validez de las hipótesis y otras pruebas correspondientes a la estadística inferencial se utilizó el programa Stata 16 para medir el grado de relación entre las variables mencionadas en esta investigación tales como Metodología de ABP y el desarrollo de la capacidad de optimización de un modelo matemático para la resolución de los objetivos planteados, así como el del planteamiento del problema, entre otras pruebas que se verán en los resultados de la presente.

3.5 Aspectos éticos

Como parte de los aspectos éticos de esta investigación se plantea la uniformidad científica en base al APA, el cual se toma como principal herramienta para evitar el plagio científico o cualquier otro proceso poco ético o mal visto por la comunidad científica.

En todo momento se defendió la propiedad intelectual por parte de los diversos colaboradores científicos de la comunicad de la ciencia pedagógica quienes enriquecen día a día nuestro medio para forjar mejores pedagogos.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 Análisis descriptivo de los resultados

Considerando el tipo de diseño de esta investigación, se ha considerado realizar la descripción de la población estudiada. Como, por ejemplo, tal como se aprecia en la imagen 02, se puede determinar que la misma está compuesta por un 52% de población masculina y resto es de población femenina para el año de estudio 2016, año de la investigación en curso.

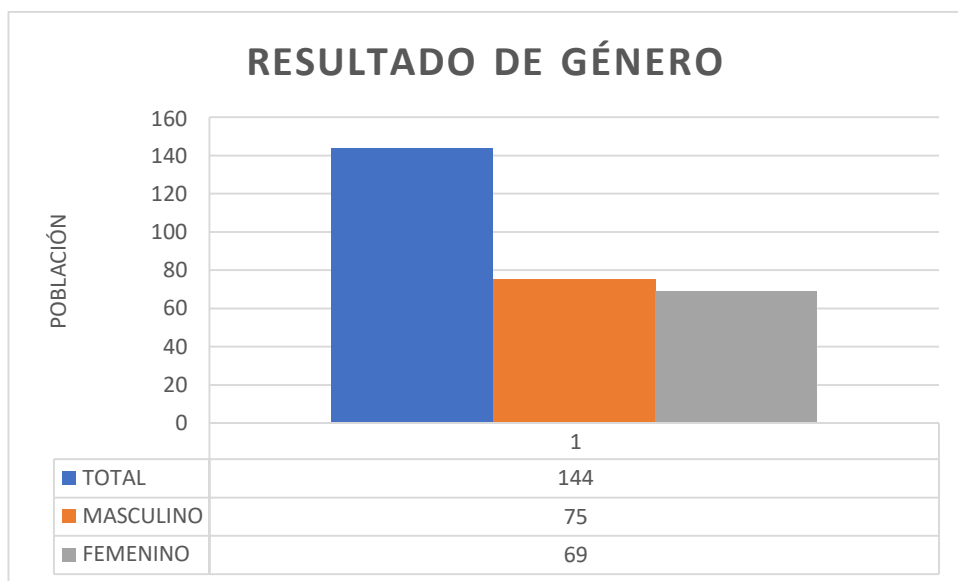


Figura 2. Resultados de género en población en estudio

De igual forma, fue concerniente determinar datos como el de la nota promedio en la población de estudio, tal como se puede identificar en la tabla N°06, la nota promedio de la etapa 1, etapa de planificación, del ABP cuenta con una nota promedio más alta en relación a las demás etapas, considerando una escala de calificación de 0 a 20, es necesario mencionar que bajo esta escala de calificación la población en investigación no obtuvo una nota menor a 10, y como parte de la metodología de ABP se tiene que recordar que esta etapa corresponde a un trabajo en conjunto entre el docente moderador y el alumno, asumiendo este último un rol más participativo o activo en la sesión de clase. Por consiguiente, el rol de moderador de la explicación de la resolución del problema planteado, en esta etapa del ABP cuenta con una nota promedio alta, dando a entender, favoreciendo al alumno y al aprendizaje efectivo. Del mismo modo, la menor nota promedio representa a la etapa 3 de la metodología del ABP, correspondiente a la etapa de evaluación, que para esta investigación corresponde a un examen final que recoge todo lo impartido en el periodo de investigación, contando con una escala de calificación de 0 a 20 como puntuación, en esta etapa es el alumno quien cuenta con la acción de resolver o modelar las premisas buscadas como parte de los logros u objetivos de aprendizaje de la materia de matemáticas, en este caso, nos referimos un examen final rendido en el periodo de investigación para la población total matriculada, un total de 144 observaciones, bajo el tema a medir de la capacidad de optimización de un modelo matemático, es necesario también mencionar que los logros de objetivos del examen y del curso de matemática, están relacionados estrechamente a un contexto de negocios pues corresponde a la carrera de Administración con mención dirección de empresas

de la Universidad ESAN, es necesario mencionar también que respecto a la desviación típica, se puede inferir que existe una amplia dispersión entre las notas obtenidas en cada etapa, esto debido a que existen diversas notas dispersas entre el rango de 0 a 20 que es la calificación en el proceso de evaluación, la etapa 1 que es la etapa de planificación es la que cuenta con menor grado de dispersión, este es un buen indicador pues quiere decir que la orientación que recibieron los estudiantes del docente moderador obtuvo un resulta que favorece no solo el rendimiento, por la nota aprobatoria, si no que el entendimiento del planteamiento del problema, etapa crucial del inicio de la metodología de ABP.

Tabla 6. *Descriptivos estadísticos*

Etapa de ABP	Nota Promedio	Desviación estándar	Máximo	Mínimo
Etapa 1	17.92	3.81	20	10
Etapa 2	15.21	6.63	20	0
Etapa 3	12.16	4.57	20	02

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente contamos con una encuesta (Anexo 02) realizada a los alumnos, cuyo fin fue el de analizar la percepción de los alumnos frente a la metodología del ABP aplicada en el curso de matemática en el contexto de una carrera de negocios como lo es la carrera de administración. En detalle, para las preguntas en análisis:

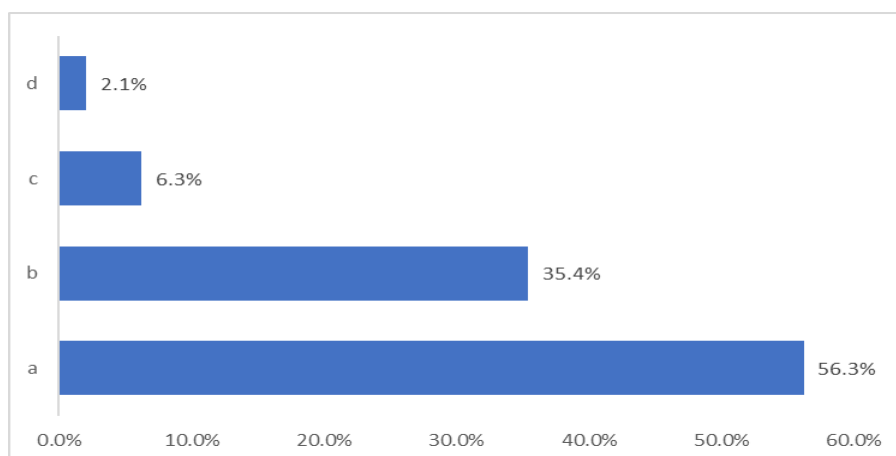


Figura 3. Pregunta 1

En la primera pregunta de la encuesta se analizó si la metodología abordada en el curso de matemáticas los alumnos perciben si han aprendido de mejor manera a través del ABP, el resultado que es de interés y que servirá posteriormente para la discusión, es que más del 56% de los encuestados afirmó que han aprendido mejor y mucho más con la metodología desarrollada en clase, el segundo porcentaje significativo fue el que el 35.4% afirmó que han aprendido mejor es decir, el 91.7% de la población total partícipe de esta investigación está de acuerdo con la metodología de aprendizaje realizada en el contexto de los negocios.

Respecto a la segunda consulta, que está enmarcada en el entendimiento de los conceptos o tópicos abordados por el docente moderador, demuestra que un 68.8% del total de encuestados considera que el entendimiento ha sido amplio lo que le ha permitido conocer los fenómenos o modelaciones de optimización vistos en las sesiones de clase a lo largo del año académico, el otro porcentaje interesante corresponde al 25% que define haber cubierto el entendimiento necesario.

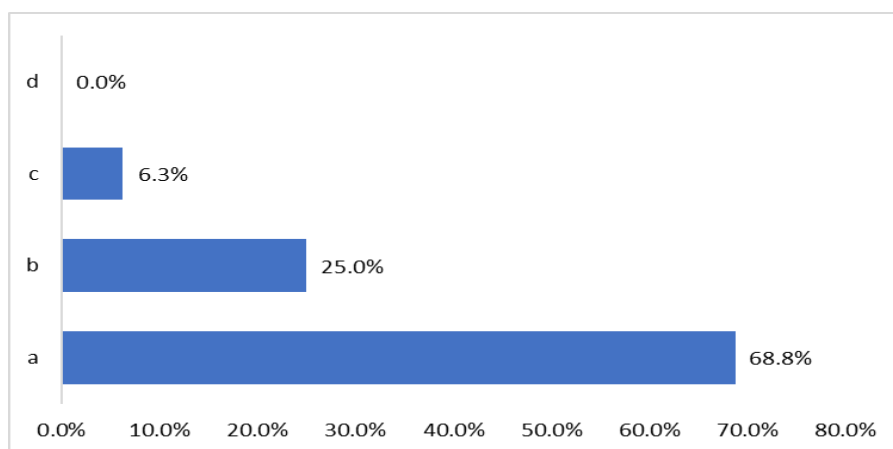


Figura 4. Pregunta 2

Al respecto de la modalidad de trabajo en equipo, pregunta número 3 de la encuesta, el 70.8% de la población en análisis mostró una percepción que define que trabajando en grupo aprendió mucho más que estudiando individualmente, este dato descriptivo responde a una consulta base respecto a la modalidad colaborativa o más participativa que contempla la metodología de ABP con respecto a otras metodologías tradicionales que tienen a un trabajo mucho más individual y menos participativa de parte de los alumnos. En la misma pregunta un total de 27.1% se sintió cómoda con el trabajo en grupo que contempla el curso de matemática en un contexto de negocios, tan solo un 2.1% de la población en estudio se mostró más cómoda trabajando individualmente, no se debe dejar de considerar este porcentaje de la población para posibles discusiones o estudios posteriores.

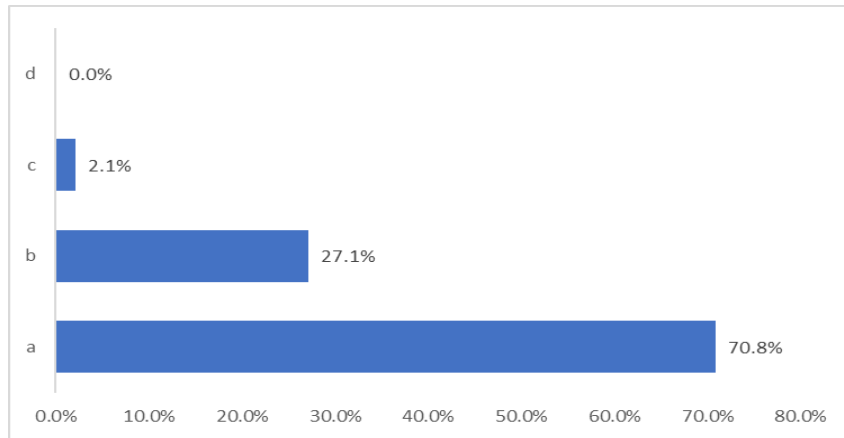


Figura 5. Pregunta 3

En la misma línea, la pregunta cinco (Figura 5) responde a la percepción del alumno respecto a la colaboración o lo colaborativo que puede llegar a ser la metodología de ABP, del total de la población el 58.3% percibe que sus compañeros se mostraron siempre participativos en el trabajo en aula que podrían realizar para poder llegar a una solución en particular, el otro gran porcentaje se encuentran igual a un 37.5% que contempló que la mayoría de veces sus compañeros son lo más colaborativos y participativos, si habría que tener algunas acciones extras para verificar el 4.2% de la población que contempla que pocas veces son las colaboraciones o participaciones de parte de sus compañeros.

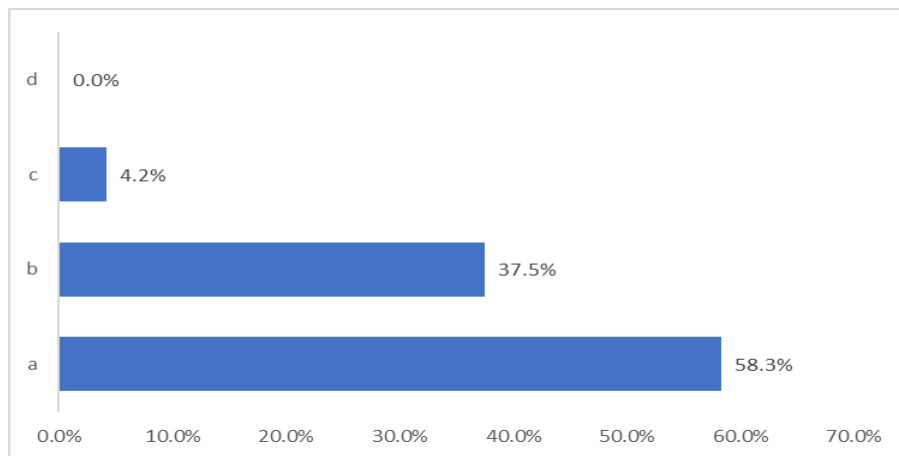


Figura 6. Pregunta 5

En cuanto a la última pregunta de esta encuesta de percepción, la pregunta tesis (Figura 6), contiene la respuesta del alumno respecto a las habilidades de comunicación e intercambio de ideas entre los compañeros, fue interesante identificar este punto ya que la metodología de ABP necesita de este intercambio como parte de la metodología principal de la sesión de clase y así garantizar el aprendizaje efectivo.

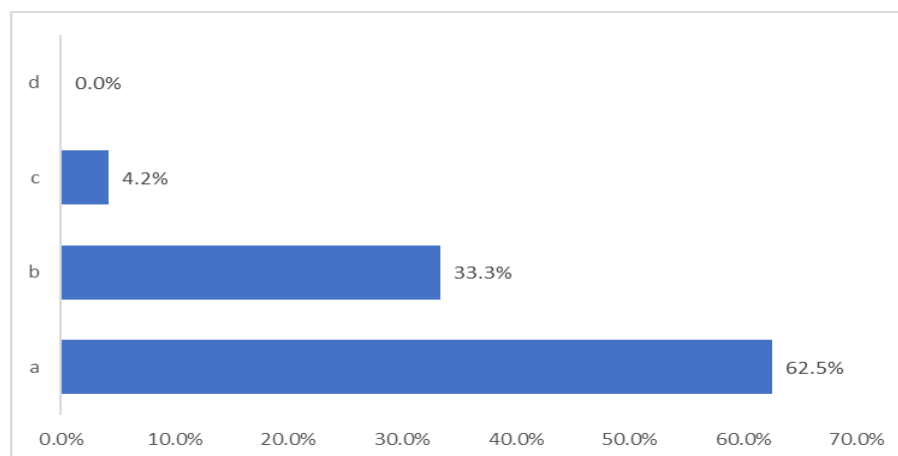


Figura 7. Pregunta 6

4.2 Análisis inferencial de los resultados

En primer lugar, se analiza la hipótesis general utilizando un modelo de regresión lineal simple entre el puntaje obtenido en el examen final y el promedio obtenido en las evaluaciones de la estrategia ABP.

Tabla 7. Resultados del modelo de regresión para la hipótesis general

Variable dependiente: Examen Final	Coficiente	Error Estándar	Estadístico t	Valor-p
Constante	5.48*	0.991	5.53	<0.01
Promedio ABP	0.51*	0.064	7.95	<0.01

* Significativo con $\alpha = 0.01$. Número de observaciones = 144.
 $R^2 = 0.3080$.

Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 7, existe una relación estadísticamente significativa y positiva entre el promedio obtenido en la estrategia de ABP y los

resultados del examen final del curso, evidenciando que quienes obtuvieron un mayor promedio en la estrategia ABP también obtuvieron un mayor puntaje en el examen final. Se verifica un rechazo de la hipótesis nula de que el parámetro es igual a cero (valor-p menor a 0.01). Con estos resultados, se valida la hipótesis principal de la presente investigación.

De otro lado, para la verificación de las hipótesis específicas se ha estimado un modelo de regresión lineal múltiple, donde se explica a la variable dependiente en función a los resultados obtenidos en cada una de las etapas de la estrategia de ABP. De esta forma se evaluará si existe una relación significativa entre cada etapa y los resultados del examen final, controlando los efectos de las demás etapas; es decir, se analizará el efecto parcial de cada una.

Para la estimación del modelo es importante considerar la matriz de correlaciones entre las variables independientes, la cual se muestra en la tabla 8. De acuerdo con los resultados de dicha matriz, los coeficientes de correlación por pares son menores a 0.5 y por lo tanto, no se anticipa un problema de colinealidad severo que pueda afectar los resultados de la regresión.

Tabla 8. *Matriz de correlaciones de los puntajes por etapas*

	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Etapa 1	1.00		
Etapa 2	0.47	1.00	
Etapa 3	0.34	0.05	1.00

Elaboración propia.

Los resultados del modelo se muestran en la tabla 9, donde es posible inferir una relación estadísticamente significativa y positiva entre los resultados obtenidos en la etapa 1 y el resultado del examen final del curso (valor-p menor a 0.05). Lo mismo ocurre con la relación entre los resultados obtenidos en la etapa 3 y el examen final del curso (valor-p menor a 0.01). Como se puede

observar en el estadístico-t y su probabilidad, en ambos casos se rechaza la hipótesis nula de que el parámetro es igual a cero. En este sentido, se validan las hipótesis específicas 1 y 3, verificando que quienes obtuvieron un mayor puntaje en la estrategia de planificación de ABP también obtuvieron un mayor puntaje en el examen final. Dicha relación también se verifica para la estrategia de evaluación de ABP.

Tabla 9. Resultados del modelo de regresión para las hipótesis específicas

Variable dependiente: Examen Final	Coeficiente	Error Estándar	Estadístico t	Valor-p
Constante	4.30*	0.828	5.19	<0.01
Etapa 1	0.11**	0.053	2.07	0.040
Etapa 2	0.02	0.029	0.70	0.488
Etapa 3	0.54*	0.039	13.74	<0.01

*Significativo con $\alpha = 0.01$, **Significativo con $\alpha = 0.05$ Número de observaciones = 144.
 $R^2 = 0.6431$.

Elaboración propia.

Sin embargo, no ha sido posible verificar el cumplimiento de la hipótesis 2, pues no se cuenta con evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula de que el coeficiente asociado a la etapa 2 sea igual a cero. Esto podría deberse a que la metodología de ABP no puede ser medida solo por una de las etapas de la misma es decir, la metodología como tal y sus etapas que la conforman hacen en conjunto una metodología que aporta al aprendizaje efectivo y no independientes entre sí.

Es importante precisar que el modelo de regresión múltiple estimado cumple con los supuestos del modelo de regresión lineal múltiple. En ese sentido, se verificó la prueba de multicolinealidad analizando el factor inflacionario de la varianza (VIF). De acuerdo con este criterio, la multicolinealidad es un problema severo si el VIF es mayor a 10 (Gujarati & Porter, 2009), por lo tanto, no se evidencia un problema de esta naturaleza según los resultados mostrados en

la tabla 10.

Tabla 10. Prueba de multicolinealidad

Variable	VIF	1/VIF
Etapas 1	1.48	0.68
Etapas 2	1.31	0.76
Etapas 3	1.15	0.87

Elaboración propia.

Por otro lado, para el desarrollo de las pruebas de hipótesis es necesario contrastar la normalidad de los residuos de la regresión. Para ello, se utilizó la prueba de Jarque-Bera cuya hipótesis nula indica que los residuos siguen una distribución normal. En la tabla 11 se observa que, para los dos modelos estimados, no se rechaza la hipótesis nula (valor-p mayor al nivel de significancia de 0.05).

Tabla 11. Prueba de normalidad de los residuos (Skewness/Kurtosis y Jarque-Bera)

Variable: Residuos de la regresión	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	Adj Chi2	Prob>chi2 (conjunta)
Modelo 1	0.9826	0.3164	1.02	0.6009
Modelo 2	0.1220	0.8772	2.48	0.2893

Elaboración propia.

Finalmente se verificó la hipótesis de homocedasticidad en los residuos de la regresión. Para la obtención de estimadores eficientes, la varianza condicional de la perturbación debe ser constante y según los resultados mostrados en la tabla 12, no es posible rechazar dicha hipótesis. Por lo tanto, se cumple este supuesto del modelo de regresión lineal múltiple.

Tabla 12. Prueba de homocedasticidad de White

Variable	Hipótesis nula	Chi2	Prob>chi2
Residuos	Homocedasticidad	5.71	0.7681

Elaboración propia.

Por lo tanto, los resultados obtenidos en los modelos de regresión lineal muestran estimadores eficientes y las pruebas de hipótesis analizadas para inferir la significancia estadística son válidas. En resumen, ha sido posible verificar la relación significativa entre la estrategia de planificación y la estrategia de evaluación de ABP con el desarrollo de la capacidad de optimización de un modelo matemático en un contexto de negocios. Sin embargo, no fue posible inferir una relación entre la estrategia de ejecución de ABP con el desarrollo de la capacidad de optimización de un modelo matemático en un contexto de negocios.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

DISCUSIÓN

Acerca de la metodología de ABP como metodología colaborativa que garantiza el aprendizaje efectivo se ha investigado desde el final de los años 80's no deliberadamente, es necesario mencionar que las múltiples investigaciones acerca de este tema son de interés internacional para la comunidad educativa ya que al margen de la materia que se imparta es necesario garantizar el aprendizaje de los estudiantes, ante esto muchos investigadores se han referido a esta metodología que te permite aprender a aprender (Pastor de Abram, A. 2007).

Es pues que en esta investigación no se dejó de lado la importancia de un análisis de la metodología de ABP como método que facilita el desarrollo de la capacidad de optimización de un modelo matemático, dejando en claro que el contexto de análisis es en un contexto de negocios, esto por el corte del tipo de carreras impartidas en esta casa de estudios que es una escuela de negocios que se remonta más de 50 años atrás.

Es necesario también mencionar que a diferencia de la investigación de

ABP de Ana Pastor de Abran en la Universidad PUCP realizada en el año 2007 no se evidenció que la etapa dos del ABP, es decir la etapa de ejecución, en este documento no fue lo suficientemente significativa para explicar la mejora de la capacidad de optimización de un modelo matemático en los alumnos, esto es posiblemente esperado ya que la metodología de ABP es un método que se debe considerar en conjunto y no cada etapa independiente sin embargo, en este documento se deseó investigar si cada etapa aportaba por si sola a la obtención de un aprendizaje efectivo en los alumnos del curso de Matemática Aplicada. Es necesario también, y en relación a la misma investigación que la percepción de los alumnos respecto a esta metodología evaluada por medio de una encuesta a la población en investigación que definiendo a una población con una percepción de la metodología como favorecida pues un 91.7% expuso que habían aprendido mejor y mucho más con la metodología de ABP, este indicador al igual que la percepción del alumno respecto al enfoque con un porcentaje igual a 70.8% a favor del enfoque del ABP como parte del método de aprendizaje en el curso demuestra que están aprendiendo a aprender cómo se define en múltiples investigaciones y que los alumnos están invitados a construir conocimiento.

En la misma línea Luna, M. (2016) definió en su investigación que el ABP como metodología de aprendizaje en las ciencias matemáticas mejora la capacidad de optimización de los modelos matemáticos en una forma más rápida llevando al pensamiento crítico o razonamiento ideal; del mismo modo esta investigación determinó que mediante esta metodología los alumnos que formaron parte de la investigación llegaron al razonamiento o pensamiento crítico ideal para cumplir con la capacidad de optimización

de un modelo matemático.

En esta misma línea, Chávez A. (2019) definió que la motivación en los alumnos con esta metodología mejoraba en un 75%, porcentaje que no dista de este documento en el que nuestra población en investigación es igual a un 70.8%, medida por la encuesta en efecto realizada a los estudiantes en función de su percepción frente al ABP. Por otro lado, una variable de estudio futuro es que si esta percepción se mantiene en el

alumno al egresar, pues considerable mencionar que el aprendizaje efectivo se mantiene en el tiempo ya que es el alumno quien lo ha construido por ende, habría que hacer una investigación para demostrar tal consigna.

CONCLUSIONES

1. Luego de realizar análisis estadísticos entre las variables en investigación, tales como la metodología de ABP y el desarrollo de la capacidad de optimización de un modelo matemático, se probó que dicha metodología es una variable significativa en el proceso aprendizaje en el curso de matemática aplicada de la carrera de Administración con mención en Dirección de empresas, significancia representada en la mejora del rendimiento de los alumnos del curso en mención, y por ende, resultando en el aprendizaje significativo.
2. Se evidenció la aceptación de la hipótesis general, en la que a través de la estrategia de la metodología de ABP la capacidad de optimización de un modelo matemático mejoró significativamente. Es decir, se llega a concluir que el rendimiento del alumno y que el aprendizaje en el curso de matemática aplicada contó con una mejoría con dicha metodología de aprendizaje.
3. Para responder a las hipótesis específicas, es necesario mencionarlas por separado para definir lo encontrado en esta investigación.

Para la hipótesis específica uno, en la que se expuso que existía una relación significativa entre la estrategia de planificación del ABP y el desarrollo de la

capacidad de optimización de un modelo matemático se probó, a través de pruebas estadísticas, que esta relación es significativa. Es decir, se prueba la relevancia de la estrategia del docente moderador en la que es un actor promotor de “aprender aprendiendo”, a través de la participación del alumno. Así mismo, se demostró que es importante desde la delimitación del problema motivador, por parte del docente, hasta el cooperativismo entre los alumnos en la sesión de clase.

En el caso de la hipótesis específica dos, que hace referencia a la relación significativa entre la estrategia de ejecución de ABP y el desarrollo de la capacidad de optimización de un modelo matemático, no se contó con pruebas estadísticas significativas en esta investigación para probarla, por consiguiente, se rechazó dicha hipótesis.

A diferencia de la tercera y última hipótesis, en la que se expuso que existe una relación significativa entre la estrategia de evaluación del ABP y el desarrollo de la capacidad de optimización de un modelo matemático, que se probó en esta investigación como significativa, en la que el docente nuevamente, con perfil de moderador, tuvo que estar atento a cada respuesta en el proceso de evaluación de la capacidad de optimización de un modelo matemático como parte de la estrategia metodológica del ABP.

RECOMENDACIONES

1. En esta investigación se recomienda a la institución, Universidad ESAN, realizar un análisis de la percepción del alumno al egresar de la carrera de Administración, a través de sus canales de Bienestar estudiantil o canal de Lumni (red de egresados de universidad), a través de formularios de contacto (Google form), llamadas telefónicas, envío de mensajes y otros canales de acercamiento al alumno para saber si la estrategia metodológica le fue realmente provechosa y si esta garantizó el aprendizaje efectivo a lo largo de la carrera del estudiante.
2. Es necesario recomendar también e involucrar a las instituciones universitarias con la familiarización de la estrategia metodológica de ABP a los docentes ya que, muchas veces el docente conoce poco de cada una de las estrategias correspondientes a esta metodología. Es recomendable que, a través de su unidad de Calidad académica, se generen espacios trimestrales o semestrales, previos a cada inicio académico, una capacitación o taller de no menos de tres horas en la que se recuerde la importancia de un docente moderador y gestor de aprendizaje efectivo.

3. Al lector de esta investigación se le puede invitar a realizar una investigación de contraste, es decir entre una universidad o institución educativa que no tenga este tipo de estrategia metodológica y una que si cuente con tal metodología como lo es la universidad inmersa en esta investigación. De tal manera, se podría generar comparaciones de rendimientos académicos por cada tipo de estrategia metodológica.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Arango, D. A. (2013). La estrategia de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP): hacia un modelo constructivista en los programas de Ingeniería. *Journal of Engineering and Technology*, 20-35.
- Ausubel, D. (1976). *Psicología Educativa, un punto de vista cognoscitivo*. México D.F.
- Barbara J. Duch, S. E. (2004). *El Poder del Aprendizaje Basado en Problemas - Una guía práctica para la enseñanza universitaria*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú - Fondo Editorial .
- Barrows, H. (1986). *A taxonomy of problem based learning methods*. *Medical Education*. Illinois.
- Barrows, H., & R., T. (1980). *Problem-based learning: an approach to medical education*,. Ner York: Springer Publishing Company.
- Boud, D., & Felerti, G. (1998). *The Challenge of Problemn-Based Learning*. London: Kogan Page.
- Bruner, J. (1991). *Actos de significado. Más allá de la revolución cognitiva*. Madrid.
- Carl, I. (1989). *Mathematics Teacher*.
- Carmen Arpí Miró, P. Á. (2012). El ABP: origen, modelos y técnicas afines. *Red de Innovación Docente en ABP del ICE de la Universidad de Girona*, 18.
- Castro F., Y. G. (2010). *Las Diferencias étnicas y de género en el acceso a la educación básica y superior en el Perú*. CIUP.

- Chávez, E. M. (2019). *Uso de los modelos matemáticos con enfoque de resolución de problemas y su eficacia en el aprendizaje de funciones, de los estudiantes de la carrera profesional de administración de la UNAT-Amazonas*. Chiclayo.
- Delisle, R. (1997). *How to use Problem-Based Learning in the classroom*. Virginia: ASCD.
- Diaz Barriga, F. y Hernández Rojas, G. (1998). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. Edit. Mc.Grae. México.
- Duch, B. J., & Allen, G. &. (2001). *The power of Problem-Based Learning: a Practical "How to" for Teaching Courses in Any Discipline*.
- Escribano, A. y. (2010). *El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)*. Madrid: Narcea.
- Fitzgerald, P. M. (2004). *Aprendizaje Basado en Problemas- "Problem - Based Learning"*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Flores Martínez, P. (1998). *Concepciones y Creencias de los futuros profesores sobre las matemáticas, su enseñanza y aprendizaje*. Granada: Comares.
- Hmelo-Silver, C. (2004). *Problem-Based learning: What and How do Students Learn? Educational Psychology*.
- Instituto Tecnológico y de estudios Superiores de Monterrey (1999)
El Aprendizaje Basado en Problemas como técnica didáctica. Monterrey: ITESM.
- Lee, K. L. (2012). *What to do next: An explanatory study of the post secondary decisions of America students*. The International Journal of Higher Education Research.
- Luna, M. (2016). *Diseño de experimentos y modelado para optimización en la industria de procesos*. Santa Fe.

- Mendoza, E. d. (2018). Educación. *Educación 2018-II*, 199-204.
- Monereo, C. (2000). *El asesoramiento en el ámbito de las estrategias de aprendizaje*. Madrid: Visor
- Ocaña, A. O. (2015). *Neuroeducación. ¿Cómo aprende el cerebro humano y cómo deberían enseñar los docentes?* Bogotá: Ediciones de la U.
- Pastor de Abram, A. (2007). *ABP Experiencias y resultados, Tres años de Aprendizaje Basado en Problemas en la PUCP*. Lima: PUCP.
- Pinzón, S. A. (2007). *Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y el Método Interactivo de enseñanza (MIE) en la enseñanza - aprendizaje de las matemáticas en una aplicación en cálculo diferencial*. Colombia.
- Rodríguez, J. y. (2009). *Trabajo infantil en el Perú: Magnitud y perfiles vulnerables. Informe Nacional 2007-2008*. . Lima.
- Sánchez, P. P. (2015). *Teorías del aprendizaje*. Piura: Universidad de Piura.
- Soto Medrano, B. (2006). *Organización del conocimiento y su importancia en el aprendizaje*. Edit.Maestro innovador, Huancayo-Perú
- Vergnaud, G. (1990). *Mathematics and cognition: A Research Synthesis by the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. Cambridge: Cambridge University Press.

ANEXOS

Anexo 01: INSTRUMENTO VALIDADO CON METODOLOGÍA ABP¹

TÍTULO DEL PROBLEMA: CONSTRUCCIÓN DE CONTENEDORES

AUTORES: Eduardo Mantilla

Luis Escobedo

DISCIPLINA: MATEMÁTICAS

CURSO: MATEMÁTICA APLICADA

TEMA: Derivadas

OBJETIVOS: Aplicación de la Derivada

DURACIÓN: 1 sesión

DESARROLLO DEL TRABAJO: Grupos de 2 integrantes

ESCENARIO:

Una empresa se encarga de la construcción y comercialización de contenedores de acero. Se ha recibido un pedido de 100 contenedores, sin tapa, con una capacidad de volumen igual a 18 metros cúbicos.

La base del contenedor debe ser cuadrada (lados iguales) y las dimensiones (lados de la base y altura) deben ser establecidas por la empresa de la forma más eficiente posible. Por la naturaleza del material empleado, el costo de la base es diferente al costo de los lados, como se detalla a continuación:

El costo de la base es “a” soles por metro cuadrado.

El costo de las paredes laterales es “b” soles por metro cuadrado.

De otro lado, se sabe que la empresa venderá los contenedores a un precio ya definido con anterioridad en una negociación previa, de tal manera que se busca fabricar cada caja al menor costo posible.

ETAPAS:

Etapa 1: (20 minutos)

1.1. Construya la función de costos que se desea minimizar, en función a las dimensiones (lado de la base = x y altura = h)

1.2. Sabiendo que el volumen del contenedor se obtiene de la siguiente manera:

$$V = x^2h, \text{ reescriba los costos en función del lado de la base } (x).$$

Etapa 2: (20 minutos)

Si se desea construir el contenedor de volumen 18 m³ y el acero tiene un costo de 15 soles por metro cuadrado para la base y de 20 soles por metro cuadrado para las paredes laterales.

¹ Instrumento validado por la investigación de ABP por la PUCP

2.1. Halle la función de costo en función del lado de la base.

2.2. ¿Cuál es el costo mínimo?

Etapas 3.

Actividades	Materiales	Producto
Trabajo en parejas de alumnos	Hoja con datos de problemas	Ejercicio resuelto
Trabajo grupal	Escenario	Problema resuelto

Anexo 02: Encuesta de Percepción de los alumnos frente a la metodología aplicada de ABP

Se requiere que usted marque con **X** la opción que más se ajusta a lo que piensa de la metodología del curso de Matemática Aplicada.

1. Con la nueva metodología desarrollada en el curso, comparado a uno tradicional, siento que:
He aprendido mejor y mucho más
He aprendido mejor
He aprendido igual
No he aprendido nada
2. El enfoque del curso me ha dado:
Un entendimiento amplio de los fenómenos que suceden a mi alrededor
Un entendimiento normal de los fenómenos que suceden a mi alrededor
Un entendimiento parcial de los fenómenos que suceden a mi alrededor
Un entendimiento pobre de los fenómenos que suceden a mi alrededor
3. Trabajando en grupo aprendí:
Mucho más que estudiando individualmente
Más que estudiando individualmente
Igual que estudiando individualmente
Menos que estudiando individualmente
Mucho menos que estudiando individualmente
4. Prefiero trabajar las actividades y/o proyectos integrales en forma:
Grupal
Pareja
Individual
5. En las actividades y/o proyectos integrales, mis compañeros de grupo colaboraron y participaron:
Siempre
La mayoría de veces
Pocas veces
Nunca
6. En cuanto a mis habilidades de comunicación e intercambio de ideas con mis demás compañeros de trabajo durante el curso:
Mejoraron notablemente
Mejoraron
No mejoraron mucho
Siguieron iguales

Fuente: Adaptado de “ABP, Experiencias y Resultados. PUCP (2007)”

Anexo 03:

EXAMEN FINAL
Matemática Aplicada

1. Determine:

a) $f'(x)$, sabiendo que $f(x) = \frac{7x^2-3}{4x^2-2}$ (2 pts.)

b) $\frac{\partial f}{\partial x}$ y $\frac{\partial f}{\partial y}$, sabiendo que $f(x; y) = (x - y)^3(2y^2)$ (2 pts.)

c) $\int \left(\sqrt[3]{x^2} + \frac{\pi}{v^6} + 2x^3 - \pi^3 \right) dx$ (2 pts.)

d) $f(x)$, sabiendo que $f'(x) = ax^3 - 6x^2 - bx + 7$; $f'(0) = 7$, $f''(1) = 2$ (2 pts.)

2. Sea $f(x; y) = x^2 + y^2$, halle el valor de m si se cumple que $x \frac{\partial f}{\partial x} + y \frac{\partial f}{\partial y} = m f$ (2 pts.)

3. La ecuación de la demanda de cierto producto es $p = q - 250$. El costo fijo para producirlo es de 4000 dólares y el costo por unidad es de 30 dólares. Hallar:

a) El nivel de producción para maximizar la ganancia. b) ¿Cuál es esta ganancia? c) la cantidad de equilibrio económico. (3 pts.)

4. Un fabricante estima que al producir y vender q unidades de un bien el costo marginal y la utilidad marginal (en soles/unidad) están dadas respectivamente por $C_{mg}(q) = 20$, $U_{mg}(q) = -6q + 200$

: Si al producir y vender 40 unidades generan un costo de S/. 4200 y producen una utilidad de S/. 800, determine: (3 pts.)

- a) La ecuación del costo, ingreso y utilidad
-
- b) La cantidad para el equilibrio económico.

5. Para la venta de dos productos, los precios en soles en términos de las cantidades x y y están dadas por $p_1 = 110 - x - y$ y $p_2 = 130 - 2x - y$, determine: (4 pts.)

a) Los precios cuando $x = 10$ y $y = 35$

b) La función ingreso en términos de las cantidades

c) A partir de lo hallado en el ítem (b), halle los ingresos marginales cuando $x = 10$ y $y = 20$

d) Las cantidades para los cuales los ingresos marginales son nulos.

INFORME DE VALIDACION DE INSTRUMENTOS A TRAVES DE JUICIO DE EXPERTOS


Criterios	Escala de valoración				
	1	2	3	4	5
<p>1. SUFICIENCIA:</p> <p>Los ítems que pertenecen a una misma dimensión son suficientes para obtener la medición de ésta.</p>	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión o indicador.	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión o indicador pero no corresponden a la dimensión total.	Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión o indicador completamente.	Los ítems son suficientes.	Los ítems son suficientes y precisos en medir la dimensión o indicador
<p>2. CLARIDAD:</p> <p>El ítem se comprende fácilmente, es decir su sintáctica y semántica son adecuadas.</p>	El ítem no es claro.	El ítem requiere varias modificaciones en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de las mismas.	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.	El ítem es entendible, tiene semántica y sintaxis adecuada.	El ítem es claro, tiene buena semántica y sintaxis adecuada.
<p>3. COHERENCIA:</p> <p>El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.</p>	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión o indicador.	El ítem tiene una relación tangencial con la dimensión o indicador.	El ítem tiene una relación regular con la dimensión o indicador que está midiendo	El ítem se encuentra relacionado con la dimensión o indicador que está midiendo.	El ítem se encuentra completamente relacionado con la dimensión o indicador que está midiendo.
<p>4. RELEVANCIA:</p> <p>El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.</p>	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que éste mide.	El ítem es importante, es decir debe ser incluido.	El ítem es relevante y debe ser incluido.	El ítem es esencial y muy relevante por lo que debe ser incluido.

RÚBRICA PARA LA VALIDACIÓN DE EXPERTOS

Fuente: Adaptado de:

www.humana.unal.co/psicometria/files/7113/8574/5708/articulo3_juicio_de_experto_27-36.pdf y modificado por la Dra. Patricia Guillén

INFORMACIÓN DEL ESPECIALISTA 1:

Nombres y Apellidos:	Jairo Yamil Esquivel Ortiz
Sexo:	Hombre (<input checked="" type="checkbox"/>) Mujer (<input type="checkbox"/>) Edad 42 (años)
Profesión:	Licenciado en Matemática; Educador
Especialidad:	Matemática
Grado Académico	Maestro (mención Pedagogía de la Matemática)
Años de experiencia:	20 años de docencia
Cargo que desempeña actualmente:	Profesor a tiempo parcial
Institución donde labora:	Universidad ESAN
Firma:	

VARIABLE 1: Estrategia de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)


Nombre del Instrumento motivo de evaluación:	Práctica en Salón						
Autor del Instrumento	Ana Pastor de Abram (PUCP)						
Variable 1	Estrategia de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)						
Dimensión / Indicador	Ítems	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Total	Observaciones y/o recomendaciones
D1							
Etapa 1: Estrategia de Planificación de ABP							
INDICADOR							
Construye la función de costos, en función de los objetivos del caso planteado	1.1 1.2					20	
D2							
Etapa 2: Estrategia de Ejecución de ABP							
INDICADOR							
Determina la función de costo mínimo bajo la premisa de minimizarlos.	2.1 2.2					20	
D3							
Etapa 3: Estrategia de Evaluación de ABP							
INDICADOR							
Reconoce las herramientas que impartió el facilitador y las aplica para el cumplimiento de los objetivos						20	

planteados en una herramienta de evaluación en su examen final.							
Nombres y Apellidos:		Jairo Yamil Esquivel Ortiz					
Aplicable		SI (X) NO () OBSERVADO ()					
Firma:							


VARIABLE 2: Desarrollo de la capacidad de optimización de un modelo matemático


Nombre del Instrumento motivo de evaluación:		Examen Final					
Autor del Instrumento		Coordinación de Matemáticas de Universidad ESAN					
Variable		Desarrollo de la capacidad de optimización de un modelo matemático					
Dimensión / Indicador	Ítems	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Total	Observaciones y/o recomendaciones
D1		5					
Funciones							
INDICADORES							
Reconoce y construye una función a partir de los datos proporcionados.	3 5		5	5	5	5	20
D2		5					
Reglas de derivación							
INDICADORES							
Aplica las reglas de derivación para funciones.	1. a 1. b 2 5		5	5	5	5	20
D3							

Optimización de funciones en una variable							
INDICADORES							
Obtiene el valor que maximiza o minimiza una función.	3	5	5	5	5	20	

Nombres y Apellidos:	Jairo Yamil Esquivel Ortiz
Aplicable	SI (X) NO () OBSERVADO ()
Firma:	

INFORMACIÓN DEL ESPECIALISTA 2:

Nombres y Apellidos:	Eduardo Javier Mantilla Gonzales de la Cotera
Aplicable	SI (<input checked="" type="checkbox"/>) NO (<input type="checkbox"/>) OBSERVADO (<input type="checkbox"/>)
Firma:	

Nombres y Apellidos:	Eduardo Javier Mantilla Gonzales de la Cotera		
Sexo:	Hombre (<input checked="" type="checkbox"/>)	Mujer (<input type="checkbox"/>)	Edad 40 (años)
Profesión:	Economista; Educador		
Especialidad:	Economía y Econometría		
Grado Académico	Maestro		
Años de experiencia:	16 años de docencia		
Cargo que desempeña actualmente:	Profesor a tiempo completo		
Institución donde labora:	Universidad ESAN		
Firma:			

VARIABLE 1: Estrategia de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)


Nombre del Instrumento motivo de evaluación:	Práctica en Salón						
Autor del Instrumento	Ana Pastor de Abram (PUCP)						
Variable 1	Estrategia de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)						
Dimensión / Indicador	Ítems	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Total	Observaciones y/o recomendaciones
D1							
Etapa 1: Estrategia de Planificación de ABP							
INDICADOR							
Construye la función de costos, en función de los objetivos del caso planteado	1.1 1.2					20	
D2							
Etapa 2: Estrategia de Ejecución de ABP							
INDICADOR							
Determina la función de costo mínimo bajo la premisa de minimizarlos.	2.1 2.2					20	
D3							
Etapa 3: Estrategia de Evaluación de ABP							
INDICADOR							
Reconoce las herramientas que impartió el facilitador y las aplica para el cumplimiento de los objetivos						20	

planteados en una herramienta de evaluación en su examen final.							
---	--	--	--	--	--	--	--

VARIABLE 2: Desarrollo de la capacidad de optimización de un modelo matemático

Nombre del Instrumento motivo de evaluación:	Examen Final						
Autor del Instrumento	Coordinación de Matemáticas de Universidad ESAN						
Variable	Desarrollo de la capacidad de optimización de un modelo matemático						
Dimensión / Indicador	Ítems	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Total	Observaciones y/o recomendaciones
D1		5					
Funciones							
INDICADORES							
Reconoce y construye una función a partir de los datos proporcionados.	3 5		5	5	5	5	20
D2		5					
Reglas de derivación							
INDICADORES							
Aplica las reglas de derivación para funciones.	1. a 1. b 2 5		5	5	5	5	20
D3		5					
Optimización de funciones en una variable							
INDICADORES							
Obtiene el valor que maximiza o	3	5	5	5	5	20	


minimiza una función.							
-----------------------	--	--	--	--	--	--	--

Nombres y Apellidos:	Eduardo Javier Mantilla Gonzales de la Cotera
Aplicable	SI (X) NO () OBSERVADO ()
Firma:	

INFORMACIÓN DEL ESPECIALISTA 3:

Nombres y Apellidos:	Carlos Ramiro Francisco Febres Tapia
Sexo:	Hombre (X) Mujer () Edad 68 años
Profesión:	Educador, Matemático
Especialidad:	Matemática
Grado Académico	Doctor en Educación
Años de experiencia:	40 años de docencia
Cargo que desempeña actualmente:	Profesor a tiempo parcial
Institución donde labora:	Universidad ESAN y Pontificia Universidad Católica del Perú
Firma:	


VARIABLE 1: Estrategia de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)

Nombres y Apellidos:	Carlos Ramiro Francisco Febres Tapia
Aplicable	SI (X) NO () OBSERVADO ()
Firma:	

VARIABLE 2: Desarrollo de la capacidad de optimización de un modelo matemático

Nombre del Instrumento motivo de evaluación:	Examen Final						
Autor del Instrumento	Coordinación de Matemáticas de Universidad ESAN						
Variable	Desarrollo de la capacidad de optimización de un modelo matemático						
Dimensión / Indicador	Ítems	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Total	Observaciones y/o recomendaciones
D1		4					
Funciones							
INDICADORES							
Reconoce y construye una función a partir de los datos proporcionados.	3 5		5	5	5	19	
D2		4					
Reglas de derivación							
INDICADORES							
Aplica las reglas de derivación para funciones.	1. a 1. b 2 5		5	5	5	19	
D3							
Optimización de funciones en una variable							

INDICADORES							
Obtiene el valor que maximiza o minimiza una función.	3	5	5	5	5	20	

Nombres y Apellidos:	Carlos Ramiro Francisco Febres Tapia
Aplicable	SI (X) NO () OBSERVADO ()
Firma:	

Lima, 19 de mayo del 2020

CARTA DE CONSENTIMIENTO N°001-2020

**Sres. Universidad San Martín de Porres
ICED
Presente.-**

Por medio de este documento, se expone que se concedió al Sr. Jualfer Paredes Castillo el uso de los datos académicos del curso de Matemática Aplicada de la carrera de Administración con Mención en Dirección de Empresas de la Universidad ESAN, para el año 2016, guardando la confidencialidad de los estudiantes.

Asimismo, se cedió al Sr. Paredes un espacio de tiempo con las aulas del mismo curso para la generación de las pruebas contenidas en su investigación, realizadas bajo el único fin de absolver las preguntas contenidas en su tesis de Maestría en Educación con mención en Pedagogía de la Matemática, cuyo título es: “ABP y el Desarrollo de la capacidad de Optimización de un Modelo Matemático en un contexto de Negocios en los alumnos de la carrera de Administración de la Universidad ESAN, Lima”

Se expide esta carta para los fines que el Sr. Jualfer Paredes crea conveniente.

Sin otro en particular, me despido de ustedes

Atentamente,



**Eduardo Mantilla
Director – DPA**

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente		
¿Existe relación directa entre la estrategia de ABP y el desarrollo de la capacidad de optimización de un modelo matemático en un contexto de negocios en los alumnos de la carrera de Administración con mención en Dirección de Empresas del Programa DPA-ESAN, en el año 2016?	Determinar la relación existente entre la estrategia de ABP y el desarrollo de la capacidad de optimización de un modelo matemático en un contexto de negocios en los alumnos de la carrera de Administración con mención en Dirección de Empresas del Programa de Profesionalización de Adultos DPA-ESAN, analizado en el año 2016.	Existe relación directa entre la estrategia de ABP y el desarrollo de la capacidad de optimización de un modelo matemático en un contexto de negocios en los alumnos de la carrera de Administración con mención en Dirección de Empresas del Programa de Profesionalización de Adultos DPA-ESAN, analizado en el año 2016.	Estrategia de ABP	Diseño no Experimental, de nivel correlacional y de tipo básica, con corte transversal en la que se procederá a identificar el grado de relación entre la Estrategia de ABP y el rendimiento académico en las matemáticas obtenido en el programa de Profesionalización de Adultos DPA-ESAN.	La población en estudio estará formada por el total 144 alumnos matriculados en el año 2016 en el curso de Matemática Aplicada del Programa de Profesionalización de adultos DPA-ESAN de la carrera de Administración con Mención en Dirección de Empresas. La muestra será el total de la población.
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Variable Dependiente		
Existe relación significativa entre la estrategia de planificación del ABP y el desarrollo de la capacidad de optimización de un modelo matemático en un contexto de negocios en los alumnos de la carrera de Administración con mención en Dirección	Determinar la relación existente entre la estrategia de Planificación del ABP y el desarrollo de la capacidad de optimización de un modelo matemático en un contexto de negocios en los alumnos de la carrera de Administración con mención en Dirección	Existe relación significativa entre la estrategia de planificación del ABP y el desarrollo de la capacidad de optimización de un modelo matemático en un contexto de negocios en los alumnos de la carrera de Administración con mención en Dirección	Desarrollo de la capacidad de optimización de un modelo matemático		

de Empresas del Programa de Profesionalización de Adultos DPA-ESAN, analizado en el año 2016?	de Empresas del Programa de Profesionalización de Adultos DPA-ESAN, analizado en el año 2016.	de Empresas del Programa de Profesionalización de Adultos DPA-ESAN, analizado en el año 2016.			
¿Existe relación significativa entre la estrategia de ejecución del ABP y el desarrollo de la capacidad de optimización de un modelo matemático en un contexto de negocios en los alumnos de la carrera de Administración con mención en Dirección de Empresas del Programa de Profesionalización de Adultos DPA-ESAN, analizado en el año 2016?	Determinar la relación existente entre la estrategia de Ejecución del ABP y el desarrollo de la capacidad de optimización de un modelo matemático en un contexto de negocios en los alumnos de la carrera de Administración con mención en Dirección de Empresas del Programa de Profesionalización de Adultos DPA-ESAN, analizado en el año 2016.	Existe relación significativa entre la estrategia de ejecución del ABP y el desarrollo de la capacidad de optimización de un modelo matemático en un contexto de negocios en los alumnos de la carrera de Administración con mención en Dirección de Empresas del Programa de Profesionalización de Adultos DPA-ESAN, analizado en el año 2016.			
Existe relación significativa entre la estrategia de evaluación del ABP y el desarrollo de la capacidad de optimización de un modelo matemático en un contexto de negocios en los	Determinar la relación existente entre la estrategia de Evaluación del ABP y el desarrollo de la capacidad de optimización de un modelo matemático en un contexto de negocios en los	Existe relación significativa entre la estrategia de evaluación del ABP y el desarrollo de la capacidad de optimización de un modelo matemático en un contexto de negocios en los			

<p>alumnos de la carrera de Administración con mención en Dirección de Empresas del Programa de Profesionalización de Adultos DPA-ESAN, analizado en el año 2016?</p>	<p>alumnos de la carrera de Administración con mención en Dirección de Empresas del Programa de Profesionalización de Adultos DPA-ESAN, analizado en el año 2016.</p>	<p>alumnos de la carrera de Administración con mención en Dirección de Empresas del Programa de Profesionalización de Adultos DPA-ESAN, analizado en el año 2016.</p>			
---	---	---	--	--	--