

**Estrategia didáctica enmarcada en el aprendizaje basado en problemas para la unidad
de análisis vectorial, en estudiantes de segundo semestre de ingenierías de la
Universidad de Pamplona.**

Estefanía Villamizar Espinoza

1094269531

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

ESPECIALIZACION EN PEDAGOGIA UNIVERSITARIA

PAMPLONA

2019

Estefanía Villamizar Espinoza

Trabajo de grado para optar al grado de Especialista en Pedagogía Universitaria

Director

Doctor en Física Heriberto Peña Pedraza

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

ESPECIALIZACION EN PEDAGOGIA UNIVERSITARIA

PAMPLONA

2019

Agradecimientos

Primeramente, a Dios quien ha sido un pilar fundamental en mi vida para tener disciplina, constancia y dedicación para realizar esta meta.

A mi asesor Dr. Heriberto Peña, un reconocimiento especial por su tiempo, paciencia, sabiduría, consejos y asesoría profesional, que me permitieron culminar satisfactoriamente este proceso

A mi asesora y directora de especialización en pedagogía universitaria, Mg Carmen Edilia, por su tiempo, guía, apoyo y toda la orientación paciente para llevar a cabalidad este trabajo.

Al físico Camilo Becerra, por facilitarme su grupo de estudiantes y colaborar en esta investigación. De igual, a mi colega y amigo David Leal, por su tiempo, entusiasmo, guía e ideas, fue una gran ayuda en todo este caminar.

A mi familia y amigos por apoyarme, amarme y ayudar a forjar la mujer que soy, y así peldaño a peldaño, a llegar a ser una docente, comenzando con esta investigación.

Por último, pero no menos importante a todos mis estudiantes, por el aprendizaje que me regalan, son mi motor para lograr un trabajo como este. A todos aquellos que de una u otra forma colaboraron y me permitieron terminar a cabalidad esta investigación.

Dedicado a:
Daniel Prieto Espinosa
Guerrero y sembrador

Resumen

Los vectores son cantidades que permiten describir diferentes fenómenos físicos a nuestro alrededor, cuando se estudian, la mayoría de estudiantes tienen muchas dificultades al aplicarlos en situaciones específicas, por lo cual, la presente investigación tiene como objetivo, desarrollar una estrategia didáctica enmarcada en el aprendizaje basado en problemas (ABP), para la unidad de análisis vectorial de física I, a la vez, implementarla y evaluarla con 27 estudiantes de segundo semestre de ingenierías de la Universidad de Pamplona. Sé realizó una investigación de carácter cualitativo, además, para analizar los datos se utilizó la prueba diagnóstica, para explorar los saberes previos, de igual manera, el diario de campo, las evidencias fotográficas y filmicas, la observación y por último una prueba de cierre, que nos permitieron analizar críticamente los resultados de la investigación. Como objeto de estudio se eligió la suma y multiplicación de vectores, de igual manera, la habilidad para el trabajo en equipo y el aprendizaje autorregulado. Cabe resaltar que: la estrategia aplicada, genera aportes significativos en los estudiantes, sin embargo, a pesar de la limitación del tiempo, es eficaz, si se aplican varios problemas contextualizados.

Abstract

The vectors are quantities that allow describing different phenomena around us, when they are studied, most students present difficulty applying them in specific situations, therefore, the goal of the present research is to develop a didactic strategy framed in problem-based learning (PBL) for the vector analysis unit of physics I, in turn, implement and evaluate it in 27 university's second-semester engineering students. We used a qualitative research, in addition, to analyze the data used the diagnostic test, to explore the previous knowledge, likewise, the field diary, photographic and filmic evidence, observation and finally a test closure allowed to analyze the investigation results critically. The study object, is the sum and multiplication of vectors, as well as the ability to work in team and self-regulated learning. It should be noted that the strategy applied, generates significant contribution to students, however, despite the time limited time, it is effective, if applied with several contextualized problems.

Tabla de Contenido

Capítulo I: El problema	1
1.1 Descripción del problema.....	1
1.2 Formulación del problema.....	3
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Justificación	4
2) Capitulo II. Marco Teórico referencial	5
2.1 Antecedentes de la investigación	5
2.2 Bases teóricas.....	7
2.2.1 Aprendizaje basado en problemas	7
2.3 Estrategias didácticas	20
2.4 Vectores.....	22
2.4.1 Igualdad de vectores	24
2.4.2 Suma de Vectores.....	24
2.4.3 Multiplicación de vectores.....	29
3) Capítulo 3. Marco Metodológico.....	32
3.1 Tipo de investigación	32
3.2 Proceso de la investigación.....	35
3.2.1 Planificación	35
3.2.2 Acción.....	36
3.2.3 Observación	36
3.2.4 Reflexión:.....	36
3.3 Población y muestra	38
3.4 Instrumentos para la recolección de información	39
3.4.1 Observación	40
3.4.2 Prueba Diagnóstica.....	40
3.4.3 Diario de Campo	41
3.4.4 Evidencia fotográfica.....	41
3.4.5 Evidencia fílmica.....	42
3.4.6 Prueba de salida o de cierre.....	42
3.5 Validación de instrumentos	42
3.6 Principios éticos	43
3.7 Categorización	43
3.8 Triangulación.....	45
4) Capítulo 4. Análisis y resultados	48
4.1 Intervención 1: Diagnostico.....	48

4.2	Intervención 2:	51
4.2.1	Introducción al ABP.....	51
4.2.2	Método gráfico	51
4.3	Intervención 3: Método Analítico	52
4.4	Intervención 4: Método analítico	53
4.5	Intervención 5: Multiplicación de vectores	53
4.6	Intervención 6: Evaluación.....	54
4.7	Discusión de resultados	56
5)	Capítulo 5: Conclusiones	60
5.1	Conclusiones.....	60
5.2	Recomendaciones.....	61
6)	Anexos	62
6.1	Anexo 1. Diagnostico.....	62
6.2	Anexo 2. Folleto.....	63
6.3	Anexo 3. Suma gráfica	64
6.4	Anexo 4 Suma analítica.....	65
6.5	Anexo 5. Multiplicación vectorial.....	67
6.6	Anexo 6. Evaluación	68
6.7	Anexo 7 Diario de campo.....	69
6.8	Anexo 8: evidencia fotográfica.....	70
6.9	Anexo 9. Consentimientos.....	71
7)	Capítulo 7. Bibliografía	75

Lista de tablas:

Tabla 1. Instrumento de evaluación.....	19
Tabla 2. Población de grupos de mecánica de la Universidad de Pamplona	39
Tabla 3. Sistema categorial	44
Tabla 4. Triangulación categoría análisis vectorial (V).....	46
Tabla 5. Triangulación categoría aprendizaje basado en problemas (A) e intervenciones (In)	47
Tabla 6. Síntesis de la evaluación aplicada de análisis vectorial basada en la metodología ABP	56

Lista de figuras

Figura 1 Análisis del resultado de los educandos.....	2
Figura 2 Porcentaje de educandos evaluados en análisis vectorial	2
Figura 3. Pasos sintetizados del ABP. Información Extraída de Moust (1992) y adaptado de Dolmans, De Grave, Wolfhagen, y van der Vleuten (2005).....	10
Figura 4. Jerarquización de necesidades.....	16
Figura 5. Localización de un punto en un sistema cartesiano tridimensional.....	24
Figura 6. Aplicaciones vectoriales a diferentes contextos: a) Fuerzas de dos personas, b) Desplazamiento de una mujer después de seguir una ruta y c) Trabajo necesario por 3 personas para desplazar un auto	33
Figura 7. Suma de dos vectores gráficamente.	34
Figura 8. Construcción geometría para sumar vectores.....	34
Figura 9. La construcción de \vec{C} al “sumar“ \vec{A} y \vec{B}	35
Figura 10. Componentes de un vector en el plano xy	35
Figura 11. Ilustración gráfica de dos vectores velocidad.....	36
Figura 12 Multiplicación del vector \vec{A} por un escalar w para obtener un vector \vec{C}	39
Figura 13. Fases de la Investigación acción según Carr y Kemmis (1986.....	44
Figura 14. Resultados evaluación análisis vectorial	66
Figura 15. Evaluación final análisis vectorial.....	67

Capítulo I: El problema

1.1 Descripción del problema

La revista *Science* vol 340, le dedicó muchas páginas acerca de los retos de enseñar y aprender ciencias en la educación contemporánea. Carl Wieman, físico, ganador del premio Nobel, ha dedicado más de una década al aprendizaje mediante el análisis de enseñar en los cursos de ciencia. Él comenta “Hay toda una industria consagrada a medir qué tan importante es mi investigación, con factores de impacto de los artículos y cosas por el estilo. Sin embargo, no se recoge ningún dato sobre cómo estoy enseñando. Hay muchos profesores a quienes les parece completamente apropiado dedicar más tiempo a la enseñanza, pero no creen que sea eso lo que se espera de ellos” (Mervis, 2013). Por lo cual, cabe plantearse qué se busca aprender en ciencia, y como se está logrando eso en nuestro entorno cada vez más amplio, competitivo y fluctuante, donde se hace importante la búsqueda de estrategias de aprendizaje.

En ciencias exactas como física, se muestra apatía y poco interés en el aprendizaje, lo que conlleva a buscar otras herramientas además del monótono tablero, donde el docente lleve a los estudiantes a hacerse hipótesis, investigar, trabajar en grupo, entre otros. Herramientas necesarias para lograr un aprendizaje significativo.

En la universidad de Pamplona los primeros semestres están constituidos por asignaturas que conforman el ciclo básico, para cualquier ingeniería en segundo semestre de formación, es indispensable cursar física 1 o mecánica, la segunda unidad del contenido programático es análisis vectorial, unidad pilar para el desarrollo de muchas asignaturas aplicadas de la ingeniería, por lo cual, cabe resaltar la importancia de su aprendizaje significativo.

En el primer semestre del 2018 los docentes de esta asignatura realizaron un informe sobre el rendimiento de los educandos cursantes de física 1. La figura 1, es la síntesis de las estadísticas dadas por ellos; que abarcan a la mayoría de cursos, además, se tiene una escala de calificación de 0 a 5.0, significando 3.0 la nota mínima para aprobar, por lo cual, se puede concluir que: del total de los estudiantes matriculados, el 45% no terminó

el curso, el 20% reinició y el 35% aprobó la asignatura. Al tener solo un 35% de aprobados, el 65% reinicia el curso, cabe cuestionarse sobre la problemática de la enseñanza del curso, las dificultades en su aprendizaje y otros factores reflejados en el bajo rendimiento académico.



Figura 1 Análisis del resultado de los educandos

Además, para el segundo semestre del 2018, se les solicitó a los diferentes educadores que imparten esta asignatura, el resultado de las evaluaciones aplicadas solamente para análisis vectorial. La figura 2, muestra el resultado obtenido de 9 de los 11 grupos de la asignatura física I, para un total de 364 educandos, aquellos no incluidos, evaluaron con a otros temas.

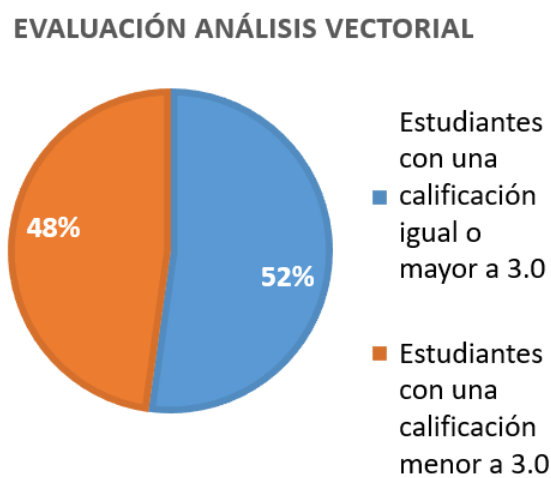


Figura 2 Porcentaje de educandos evaluados en análisis vectorial

Aunque, solo para la unidad de análisis vectorial el porcentaje de reprobados es menor a quienes perdieron las evaluaciones generales de todo el curso, sigue siendo casi la mitad de los matriculados, quienes no obtienen la calificación mínima requerida, por lo tanto, el aprendizaje en esta unidad presenta dificultad, lo cual implicará un obstáculo en el resto del curso, al ser el análisis vectorial la base para estudiar el movimiento y sus causas. Además, este problema se presenta semestre a semestre, y se puede propagar a otras asignaturas de semestres superiores, involucrando a una gran cantidad educandos, por lo cual, se hace necesario tomar como objeto de estudio, lo pertinente para asegurar su aprendizaje.

1.2 Formulación del problema

¿Cómo incrementar el aprendizaje del análisis vectorial de física I en los estudiantes de segundo semestre de ingenierías de la universidad de Pamplona?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar una estrategia didáctica enmarcada en el aprendizaje basado en problemas (ABP) para la unidad de análisis vectorial de física I, en estudiantes de segundo semestre de ingenierías de la Universidad de Pamplona

1.3.2 Objetivos específicos

Analizar los resultados obtenidos de las estadísticas internas del curso física I, para la unidad de análisis vectorial.

Diseñar una estrategia basada en el ABP, para el mejoramiento del aprendizaje del análisis vectorial.

Implementar la estrategia didáctica en estudiantes del curso de física I de la universidad de Pamplona.

Evaluar la efectividad de la estrategia didáctica planteada para la unidad de análisis vectorial.

1.4 Justificación

Comprender las leyes que rigen el movimiento, es decir, la cinemática y la dinámica (física I); es fundamental, para entender los fenómenos naturales que vemos en nuestro diario vivir, y a la vez comprender algunos de los avances tecnológicos. Para lograr su apropiada aprehensión, el educador debe replantearse y buscar herramientas didácticas, necesarias para facilitar el aprendizaje de los educandos. En una investigación realizada en la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, se buscó detectar las dificultades a la hora de entender vectores, mediante indagaciones de opciones múltiples, referentes a vectores en contextos físicos, “El análisis de las respuestas obtenidas, indica que los estudiantes que cursan este ciclo muestran, por un lado serias dificultades en el entendimiento de la resta de vectores y confunden dirección y sentido de un vector, y en contrapartida, dan señales de saber operar la suma de vectores concurrentes ortogonales” (Gutierrez & Martin, 2015).

Lo que conlleva a reflexionar, que los estudiantes poseen un dominio general del tema, sin embargo, no logran aplicarlo a otros contextos, en los cuales no se efectuó la misma operación vectorial, es decir, se hace necesario cambiar de manera en cómo se aprenden los conceptos vectoriales en cursos de física universitaria, pues aún, se presentan dificultades, no es claro del todo ni significativo para el educando. Por otra parte, el alto número de estudiantes que no terminan asignaturas como esta, denota una problemática de aprendizaje en educación superior, de una manera que los involucre aún más en un proceso dinámico-didáctico, donde se desarrollen habilidades y competencias cognitivas.

Motivos por los cuales, esta investigación busca un incremento del aprendizaje en análisis vectorial de la unidad II del curso de física I, con una intensidad de 8 horas de contacto directo y 16 horas de trabajo independiente. Los estudiantes matriculados son en su mayoría de segundo semestre, por ende, no tienen conocimientos de cálculo vectorial, solamente de cálculo diferencial. Además, la Universidad de Pamplona posee estudiantes de todas partes de Colombia, y son muy pocos los que tienen bases fuertes en matemática y física de su educación media. Dando a conocer esto, se propondrá un material didáctico apoyado en el ABP (aprendizaje basado en problemas), para desarrollar en el aula de clase, se espera así, beneficiar a todos aquellos futuros estudiantes que aprendan análisis vectorial y, ayudar a los docentes que dirigen este curso al impartir esta propuesta.

Capítulo II. Marco Teórico referencial

La presente introducción se organiza en el siguiente marco referencial.

2.1 Antecedentes de la investigación

A continuación, se presentan una serie de investigaciones relacionadas con el tema a tratar, las dos primeras como ámbito mundial, la tercera nacional y la cuarta regional. Las mismas están referidas en el aprendizaje basado en problemas como estrategia para desarrollar un aprendizaje significativo en análisis vectorial.

(Mushilihuddin, Nurafifah, & Irvan, 2018) realizaron un artículo llamado “la efectividad del aprendizaje basado en problemas en estudiantes con habilidad de resolver problemas en el curso de análisis vectorial” en la Universidad Muhammadiyah Sumatera Utara, de Medan Indonesia. Cuyo objetivo fue: cómo la influencia del ABP mejora la capacidad de resolver problemas matemáticos en estudiantes de la asignatura análisis vectorial, y cómo la efectividad del modelo APB mejora la habilidad de resolver problemas matemáticos en estudiantes cursantes de análisis vectorial. Donde algunos de los resultados mostraron que, sí hay una influencia del ABP en mejorar las habilidades matemáticas en análisis vectorial, además de la eficacia de mejorar dichas habilidades con una categoría mediana. Por otra parte, la investigación fue cuasi experimental y las técnicas de análisis fueron un test previo de normalidad, un test de hipótesis utilizando, un test ANCOVA y un test de ganancia. Este artículo muestra como el ABP si puede ser una herramienta enlazada con la física para aprender análisis vectorial, por lo cual se hace pertinente para la siguiente investigación.

(Monroy Romero & Orozco Segovia , 2017) realizaron un artículo “técnicas de aprendizaje colaborativo de bachillerato para el aprendizaje de cantidades físicas vectoriales” en la Universidad Autónoma de México para optar su maestría en Docencia para la educación media Superior. Cuyo objetivo fue: relacionar la direccionalidad e intensidad con el concepto de cantidad vectorial (característica vectorial) en alumnos, y además lograr asociar el concepto físico de vector con el concepto matemático. La secuencia está basada en las técnicas POE (Predecir, Observar, Explicar), la cual está relacionada con el aprendizaje experiencial, por descubrimiento y la de ABP (Aprendizaje Basado en Problemas), con esta estrategia se hace énfasis en la enseñanza por descubrimiento, para que el alumno construya

su propio aprendizaje en la metodología, la aplicación y el aprendizaje de los procesos. Este trabajo muestra una secuencia didáctica idónea para el aprendizaje con significado, haciéndola un buen referente para la investigación propuesta.

(Sulvara, 2015) realizó una tesis llamada: “Propuesta didáctica basada en resolución de problemas para la enseñanza-aprendizaje de la cinemática y dinámica dirigida a estudiantes de grado décimo del colegio Tibabuyes Universal” en la Universidad Nacional de Colombia para optar su maestría en educación de las ciencias. Cuyo objetivo fue realizar una propuesta didáctica de enseñanza y aprendizaje por medio de aprendizaje basado en problemas (ABP). Se espera que a partir de su aplicación los estudiantes puedan construir adecuadamente los conceptos involucrados en la cinemática y la dinámica. Para ello, se han redactado algunos problemas basados en situaciones cotidianas y de interés para los estudiantes, donde la propuesta didáctica se basa en el desarrollo de una serie de experimentos y la construcción de un acelerómetro, mientras se van fortaleciendo los conceptos básicos de la mecánica clásica. Este trabajo de aprendizaje de la mecánica mediante la metodología del ABP, logra ser soporte, pues evidencia las falencias de los estudiantes en esta rama de la física. A través de situaciones sencillas y cotidianas resueltas a través de problemas de la vida real, en un contexto nacional, más cercano a la realidad de la presente investigación.

(Cepeda, 2017) Realizó una investigación llamada: “fortalecimiento del proceso de aprendizaje de las magnitudes escalares fundamentales longitud, tiempo y masa en el marco de la metodología del aprendizaje basado en problemas (ABP) en estudiantes de undécimo grado del instituto técnico municipal los patios”. Para obtener su título de Magíster en Educación en la Universidad autónoma de Bucaramanga UNAB. Cuyo objetivo fue fortalecer el aprendizaje de dichas magnitudes escalares de acuerdo al entorno físico de las ciencias naturales. Donde algunos de los resultados mostraron avances en la identificación, selección y análisis de las magnitudes físicas, del mismo modo capacidad de trabajar en equipo y autorregulación de sus aprendizajes en particular de procesos físicos. Además, utilizó la investigación acción de orden cualitativo, y se hizo el análisis de la información a través de instrumentos como la observación directa, prueba diagnóstica, diario pedagógico, evidencia fotográfica, evidencia fílmica y prueba de salida o de cierre. Motivos por los cuales hacen idónea esta investigación debido al uso de su metodología aplicada a las ciencias naturales en el área de física en un contexto regional.

2.2 Bases teóricas

Existen diferentes y diversos métodos para aprender, como la enseñanza tradicional, el aprendizaje colaborativo, el aprendizaje basado en descubrimiento, el aprendizaje basado en proyectos, entre otros. Esta sección está centrada solo en el aprendizaje basado en problemas, el cual utiliza elementos de los aprendizajes mencionados, su definición y metodología.

2.2.1 Aprendizaje basado en problemas

2.2.1.1 *Definición*

Es una estrategia de aprendizaje la cual no nace de una teoría pedagógica o corriente de aprendizaje, sino de una propuesta empírica-educativa, en la cual los problemas son seleccionados meticulosamente por el educador, en un lenguaje común y poco técnico de algún hecho o fenómeno que plantea un desafío donde se busca su explicación. La tarea del grupo de estudiantes es discutir estos problemas y producir explicaciones tentativas para los fenómenos describiéndolos en términos fundados de procesos, principios o mecanismos relevantes (Norman & Schmidt, 1992). El material de aprendizaje debe estar constituido por una variedad bibliográfica, es decir además de libros, recursos electrónicos y audiovisuales. Además, el educador cumple un papel de tutor, encargado de guiar y solucionar dudas puntuales que ayuden mas no resuelvan el problema. Todo esto se realiza con el fin de resolver problemas de la educación profesional, el aprendizaje superficial y la poca relación entre lo enseñado con los problemas de la vida diaria.

El aspecto central del ABP que lo diferencia de otros métodos (ya que poseen muchos aspectos en común) es el papel central del estudiante frente a un problema, en donde a partir de las preguntas generadas frente a lo desconocido, se busca llegar a un nuevo conocimiento. Si se piensa en ello, es la misma manera en la que la ciencia logra avanzar, un par de expertos con un problema, dudas, un método a desarrollar y colegas avanzando de igual manera. Lo que lo hace idóneo para el aprendizaje del análisis vectorial.

2.2.1.2 *Generalidades del ABP*

El ABP comenzó su desarrollo en Canadá, en la década de los 60 en la Universidad de McMaster, como una solución a las deficiencias del programa de medicina debido a la formación de profesionales con grandes conocimientos, pero incapaces de aplicarlos cuando se enfrentaban a un problema real o simulado. Luego este aprendizaje fue adoptado a otras instituciones, ajustado a sus necesidades y deseos, como, por ejemplo: la Universidad de Maastricht, Holanda; en Nuevo Mexico, Estados Unidos; New Castle, Australia; las cuales lograron con el ABP prestigio internacional. No solo ha sido utilizado para un mejor rendimiento en medicina, también otros programas lo están usando.

Según (Barrows, 1987) hoy dos variables y tres objetivos que determinan los distintos tipos de ABP, generados al ser adoptados por otras universidades

- *El grado de estructuración del problema:* es decir, existen desde problemas con alto grado de detalles, rigurosos hasta abiertos con pocos datos, en los cuales el educando es aquel que investiga y define el problema.
- *El grado de dirección del profesor:* puede existir dos tipos de educadores: los que controlan la información necesaria para resolver los problemas y quien permiten a sus educandos ir explorando y descubriendo la información y así orientarlos en el proceso y así seleccionarla adecuadamente

2.2.1.3 *Objetivos*

1. *Estructurar el conocimiento para utilizarlo en contextos clínicos:* aunque tenga un enfoque en medicina, se busca guiar como poner el conocimiento en la práctica, algo característico de cada profesión.
2. *Desarrollar procesos eficaces de razonamiento clínico:* nuevamente enfocado en medicina, hace referencia a todo el razonamiento necesario en el perfil profesional, es decir, plantear una hipótesis, resolver un problema, decidir, seleccionar, etc.

3. *Desarrollar destrezas de aprendizaje autodirigido:* son todas aquellas estrategias de aprendizaje donde el educador es solo un guía, que abre paso para que el educando autoanalice y aprenda con su propio esfuerzo.
4. *Motivación en el aprendizaje:* las clases se suelen centrar en el papel pasivo del estudiante, lo cual torna aburrido aprender, cuando se plantea un problema desafiante, el educador debe motivarlos a participar, haciendo el proceso dinámico e interesante.

2.2.1.4 *Proceso de trabajo*

En la versión utilizada por la universidad de Maastricht, los estudiantes siguen un proceso de 7 pasos para la resolución del problema (Moust, Bouhuijs & Schmidt, 2007; Schmidt, 1983):

1. *Aclarar los conceptos y términos:* todos aquellos términos técnicos o con definición baja por los educandos debe esclarecerse de manera que todo el grupo comparta su significado.
2. *Definir el problema:* identificar de toda la información el problema. Posteriormente tras los pasos 3 y 4 puede volverse a esta definición si es necesario.
3. *Analizar el problema:* en esta fase los estudiantes deben aportar todas las ideas que posean del problema, formular todo aquello que se les venga a la cabeza, se busca cantidad de ideas más que su veracidad.
4. *Realizar un resumen sistémico con varias explicaciones al análisis del paso anterior:* una vez la cantidad de ideas planteadas, el grupo debe sistematizarlas y organizarlas según la relación que existan entre ellas.
5. *Formular objetivos de aprendizaje:* los educandos deben decidir qué aspectos del problema deben ser consultados y comprendidos mejor, los cuales son necesarios para la siguiente fase
6. *Buscar información adicional fuera del grupo o estudio individual:* según lo acordado con el educador, los educandos buscan aparte la información que les falta, ya sea que se repartan ellos objetivos anteriores o todos consulten.

7. Síntesis de la información recogida y elaboración del informe sobre conocimientos adquiridos: se da a conocer la información, sintetizando, debatiendo y finalmente extrayendo las conclusiones pertinentes para el problema.

Los pasos anteriores se pueden sintetizar en la figura 3. Generalmente, los pasos 1-5 se llevan a cabo en una primera sesión de trabajo del grupo con el tutor. La fase 6 puede llevar como máximo de 3 o 4 días y la última fase se realiza en una segunda reunión del grupo con el tutor. En total, un problema dura típicamente una semana o 10 días, según la dificultad del mismo. (Sevilla, 2008)

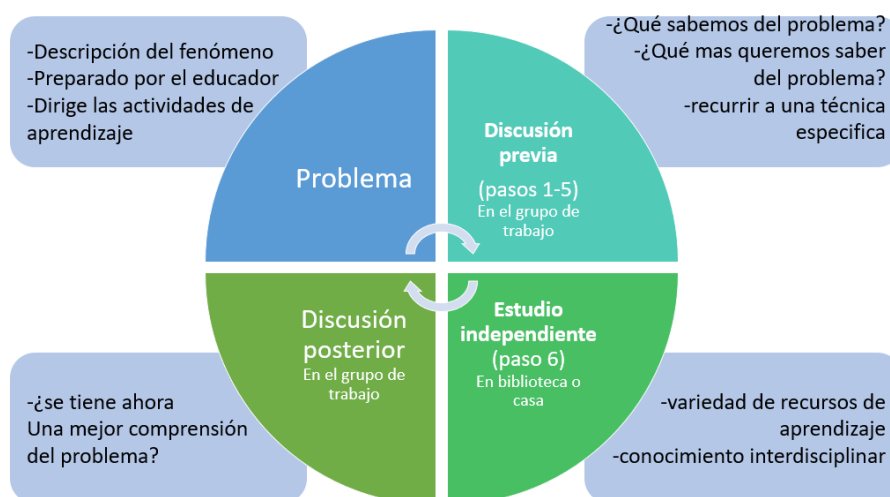


Figura 3. Pasos sintetizados del ABP. Información Extraída de Moust (1992) y adaptado de Dolmans, De Grave, Wolfhagen, y van der Vleuten (2005)

2.2.1.5 Elementos del ABP

2.2.1.5.1 El problema

Es un elemento fundamental en esta metodología, el motor de los estudiantes para aprender nuevos conocimientos escrito en un lenguaje común, sencillo y breve, mas no por esto su formulación puede ser improvisada, todo lo contrario, necesita de profesores involucrados que le aporten detalles e información necesaria, de tal manera que cuando los educandos exploren

el problema, deben plantearse los objetivos que se pretenden, estudiando cada palabra importante.

Según Rangachari en *History of problem based Learning*, 1998, las siguientes características son necesarias para plantear un buen problema:

1. Es efectivo si despierta el interés de los estudiantes ya que es tomado del mundo real, de modo que el estudiante descubra la importancia de comprender de manera profunda los conceptos discutidos y darle solución.
2. Se presentan típicamente como narraciones no resueltas del mundo, y en relación con el campo de estudios correspondiente
3. lleva a que los estudiantes tomen decisiones y hacer juicios con base en hechos, en información antes no conocida y el razonamiento de ella.
4. Se requiere la cooperación de todos los miembros del equipo para trabajar sobre un problema. La extensión y complejidad del mismo debe ser congruente con el nivel de conocimientos previos de los estudiantes. Un problema tipo ABP no puede ser resuelto satisfactoriamente de manera aislada.
5. Concluye como una pregunta abierta; no hay respuestas correctas o incorrectas. Lo que hay son posibles soluciones razonables basadas en la aplicación de los nuevos conocimientos adquiridos. Así que requieren opiniones diversas.

2.2.1.5.2 Variantes del problema

Según (Dolmans & Snellen-Balendong, 1995; Moust, Boujuijs & Schmidt, 2007) estas son algunas variantes que pueden encontrarse en el ABP

- **Problemas de discusión:** en este caso, el educando, obtiene diferentes puntos de vistas sobre un tema, de modo que lo lleva a reflexionar críticamente, aunque puede generar insatisfacción ya que después de la discusión no se llega a la solución del problema.

- **Problemas estratégicos:** su objetivo es que los educandos tomen decisiones racionales por encima de la explicación de los procesos y la base del conocimiento.
- **Problemas de Aplicación:** busca aplicar los contenidos aprendidos en un contexto diferente, estimula al estudiante a estudiar un tema determinado. Sin embargo, no permite que diferencie lo relevante de un problema.

El problema es por ende un elemento fundamental, clave para determinar si los estudiantes aprenden o no. Este se puede presentar, mediante un video, un audio, un mapa, una imagen, que es el punto de inicial para todo el proceso de aprendizaje, el cual genera interés por investigar, buscar soluciones y mediante esta metodología a construir conocimiento.

2.2.1.6 Bases teóricas y principios cognitivos del ABP

Cada vez que elegimos una manera de realizar una tarea, existen ventajas y desventajas según la manera de realizar algo, de igual manera ocurre en la educación. Al tener diversos métodos y estrategias cada una tiene limitaciones y beneficios. Por ejemplo, la enseñanza tradicional el maestro puede resolver un problema complejo de manera pragmática a su propio ritmo, pero este método de enseñanza se centra más en el docente que en alumno.

En el ABP se corre el riesgo de que no se realice un razonamiento de alto nivel. Este propósito no se alcanzará si el ABP se aplica de manera mecánica y se reduce a una receta. Para que el ABP tenga éxito, además de incentivar los aspectos cognitivos centrales relacionados con el proceso de aprendizaje, también necesita crear la atmósfera apropiada para un trabajo colaborativo efectivo por parte de los participantes (Gutierrez Avila, De la puente Alarcón, Martinez Gonzalez, & Piña garza, 2013)

2.2.1.6.1 Aprendizaje de los jóvenes adultos

El conocimiento en base de experiencias adquiridas es un componente fundamental en el aprendizaje de adultos jóvenes. Según Kowles (1984) el padre de la teoría del aprendizaje en los adultos y otro autor Fidishum (2000) las condiciones ideales para el aprendizaje en esta

población incluyen: confort físico, respeto, confianza mutua, ayuda reciproca, libertad de expresión y aceptación de las diferencias.

Además, de lograr un ambiente idóneo es pertinente también tener en cuenta:

1. Las experiencias previas de los educandos, pues si saben algo es porque es importante para ellos mismos
2. Tener en cuenta la edad de los involucrados
3. Deben ser estimulados con retos para avanzar en su desarrollo
4. Hay que evitar la monotonía y dar variedad para mantener la atención

2.2.1.6.2 El constructivismo

Existe una gran similitud entre el ABP y el constructivismo (theory behind PBL 2012) gracias a los resultados arrojados por las investigaciones de Piaget (Kim 2005)

Sus aportes son fundamentales para entender a los humanos. Según Piaget (Atherton JS 2011) recalca la importancia de las estructuras mentales para percibir nueva información. Si son semejantes con la estructura mental existente, es más fácil retener nueva información. Si difieren en gran medida, resulta muy difícil asimilarlos, y esta información puede rechazarse, confundirse con otra existente, o asimilarse. Por ejemplo, para una persona adulta aprender inglés le resulta difícil ya que esta estructura lingüística se aleja de su estructura mental. Y si es obligado a hacer algo con esa información, por ejemplo, aprenderse y recitar un texto, puede hacerlo en ese momento, pero luego lo olvidará y no conseguirá hablar en inglés.

Mas, sin embargo, el ser humano tiene la capacidad de transformar la nueva información, otro ejemplo sería aprenderse el nombre de un nuevo conocido, al presentarse, pensar en alguien que conozcamos de igual nombre, tomar un rasgo que esa persona tenga y relacionarla con el nuevo conocido para que sea (asimilado) por nuestra estructura mental.

Una breve revisión de esta teoría nos ilustra acerca de su utilidad y congruencia con el ABP, ofreciéndonos la oportunidad de utilizar más acertadamente los hallazgos de las investigaciones en el trabajo práctico con los alumnos (Gutierrez Avila, De la puente Alarcón, Martinez Gonzalez, & Piña garza, 2013). En lugar de memorizar ideas formuladas por el maestro, el constructivismo plantea que los niños construyen activamente su conocimiento.

Toman el nuevo conocimiento, lo asimilan y adecuan a aquellos preexistentes. En este proceso sus ideas se vuelven más complejas y con la guía adecuada desarrollan una manera crítica de ver el mundo.

En la teoría del constructivismo se plantean dos principios fundamentales de Piaget (Schunk, D.H. 2000):

1. El aprendizaje es un proceso activo: la experimentación directa, el cometer errores y buscar soluciones diferentes son vitales para la “asimilación y organización” de la información (figura 4). En este contexto, cuando se ofrece información para resolver un problema, ésta funciona como un apoyo más que como un hecho arbitrariamente impuesto, como puede ocurrir cuando un estudiante se siente obligado a memorizar información que considera poco relevante.
2. El aprendizaje debe ser integral, auténtico y real. Piaget señala que el significado de los conocimientos se construye cuando los niños interactúan en actividades que tienen sentido con el mundo que les rodea. Así, en las instituciones piagetianas se hace menos énfasis en el desarrollo de habilidades aisladas y a la puntuación de una frase, que en el significado de la frase. Los niños aprenden esas habilidades, pero involucrados en actividades que tengan un significado común, por ejemplo, redactando un periódico escolar.
3. En la teoría constructivista, el énfasis se ubica en el estudiante más que en el instructor; es el primero quien interactúa con los objetos y eventos, y de esa manera adquiere una comprensión de las características y construye sus propios conceptos. En esta corriente, sobre todo, se estimula la autonomía e iniciativa de los aprendices.

De por ende, el constructivismo es congruente con el ABP en:

- Énfasis menos en la enseñanza y más en el aprendizaje
- Incentivar la autonomía de quien aprende
- Conceptúa el aprendizaje como un proceso
- Reconoce la importancia de experiencias previas
- Fomenta el intercambio entre los estudiantes y el profesor
- Estimula el aprendizaje colaborativo
- Es aplicado a la realidad
- Respeto el estilo de aprender de cada estudiante.

2.2.1.7 Principios cognitivos del ABP

El ABP incentiva y motiva el desarrollo de los aspectos cognitivos relacionados al proceso de aprendizaje, entre los cuales tenemos: Tomar decisiones, la cual es una habilidad humana importante y más específicamente en el ABP, al tener un problema en frente según los

conocimientos previos y la información del problema, se toma decisión en como abarcar el problema de tal manera que en este proceso se logre aplicar el conocimiento. Si se pregunta ¿Qué hora es? Es imposible dar una respuesta exacta, primero por la imprecisión de los relojes y segundo porque al momento de contestar la hora ya el tiempo es diferente, lo cual conlleva a pensar no en una sola respuesta, es decir no se tienen respuestas absolutas ante un problema.

Por otra parte, la retroalimentación o reforzamiento, son aspectos cognitivos fundamentales para aprender significativamente, comparar opiniones con las de otros basados en conocimientos científicos permite comprobar la validez de los propios criterios y así corregir errores. En esta etapa el tutor es fundamental para activar la retroalimentación pues es un facilitador de información donde no solo él nutrirá la clase, sino que además generará este proceso entre los mismos estudiantes pues cada quien sabe algo que el otro no.

Otro aspecto clave es la motivación, pues está ligado al grado de atención, ansiedad y excitación. Para aprender se debe estar motivado para prestar atención, caso contrario de la ansiedad ya que reduce la capacidad de aprendizaje. Algunos autores como Pardo y Alonso (1990) y Schunck (2000) señalan que las teorías cognitivas motivan a través de metas a diferencia de las conductistas donde las motivaciones son premios. La motivación sirve para desarrollar actitudes y alcanzar metas (Gutierrez Avila, De la puente Alarcón, Martinez Gonzalez, & Piña garza, 2013). Diferentes estudios muestran aquellos educandos con una alta necesidad de logro obtienen mejores calificaciones en aquellas asignaturas que asumen como importantes para su futuro. En el ABP el interés generado en los estudiantes es de sus principales méritos a comparación de los estudiantes desinteresados y pasivos acostumbrados a encontrar en las clases.

Maslow (Kenrick Griskevicius, Neuberg, Schaller 2010) propuso como las personas logran su realización a través de satisfacer sus necesidades (Figura 4) Según este autor en la base se tienen las necesidades fisiológicas (comer, dormir, entre otras), luego viene otra de carácter biológico como la seguridad, después otras de carácter afectivo que conllevan a la autoactualización, es decir la realización completa del individuo. Cuando un estudiante elige su carrera esta motivado, considera que si tiene éxito en su carrera satisficará todas sus necesidades y considera que hay una posibilidad que con esto llegue a la autorealización. El ABP promueve este tipo de motivación, generada por el propio individuo, donde recibe

gratificación interior y en este nivel, el mismo traza sus propias metas y autoactualización en su vida.

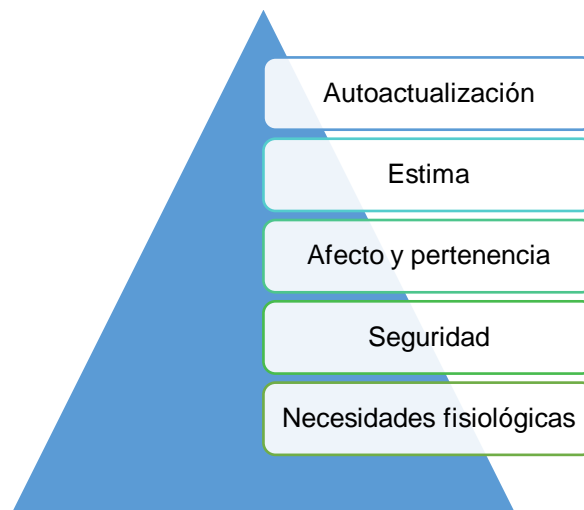


Figura 4. Jerarquización de necesidades

Por otra parte, la transferencia del aprendizaje es otro aspecto cognitivo importante, consiste en la aplicación de habilidades y conocimientos en un contexto diferente del que sirvió para su aprendizaje (Dadgar, 1999). En el aprendizaje, los objetivos de enseñanza no se cumplen a menos de que quien aprenda no aplique los conocimientos a situaciones reales, por ende, se necesita que el contenido del aprendizaje sea relevante para tareas futuras del profesional en formación.

Existen tres tipos de transferencias según la situación que se tenga: la transferencia cercana aplica a habilidades que se utilizan con el mismo procedimiento con el que fueron enseñadas, por ejemplo, alguien que conduzca auto con entrenamiento podrá conducir un bus, este tipo de transferencia es exitosa pero limitada; también se tiene la transferencia lejana, en la cual, se aplican los conocimientos a situaciones cambiantes, una vez adquieren la adquiere puede adaptarla a diversas situaciones, siendo por esto un propósito central de ABP; y por último la transferencia proactiva, donde el conocimiento nuevo facilita la nueva tarea, es retroactiva cuando una nueva tarea mejora el desempeño de una habilidad previamente aprendida (Types of transfer, 2004). Es fundamental ya que aquel conocimiento adquirido que no puede aplicarse a otras situaciones es de poco uso, volviéndose un gran problema de la educación. Siendo conscientes de esto el ABP resalta la importancia de utilizar problemas de la vida real para tener una mejor transferencia.

Por último, la metacognición, aunque su nombre suena complejo, se relaciona a pensar sobre el mismo pensamiento, al conocimiento adquirido según los propios procesos mentales, y así uno mismo descubre como aprende mejor. Por ejemplo, al leer un texto, uno se pregunta a sí mismo la idea central, y los conceptos allí dados, si no puede contestarse entonces uno decide que estrategias usar para poder dar respuesta. Es por esto importante saber que estrategias metacognitivas implementar para hacer un aprendizaje más efectivo, En una investigación del North Central Regional Educational Laboratory, concluyeron lo siguiente en uno de sus estudios: El maestro o tutor en el ABP deberá inducir a los estudiantes a formularse preguntas metacognitivas antes, durante y después de las actividades de aprendizaje (1995):

Antes:

1. ¿Cuáles, de mis conocimientos y experiencias previos, me ayudarán en esta nueva tarea de aprendizaje?
2. ¿En qué dirección me lleva mi razonamiento?
3. ¿Qué me conviene hacer primero?
4. ¿De cuánto tiempo dispongo para esta tarea?

Durante:

5. ¿Qué estoy haciendo?
6. ¿Estoy en el camino correcto?
7. ¿Cómo debo avanzar?
8. ¿Qué información es importante recordar?
9. ¿Qué necesito hacer si no entiendo?

Después:

10. ¿Cómo funcionó mi aprendizaje?
11. ¿El trayecto de mi aprendizaje, produjo más o menos de lo esperado?
12. ¿Cuál hubiera sido una mejor estrategia?
13. ¿Cómo podría yo aplicar esta línea de razonamiento a otros problemas?
14. ¿Qué debo hacer para llenar los huecos en mis conocimientos?

2.2.1.8 *La evaluación*

Un aspecto muy controversial en la educación es la evaluación, surgen interrogantes acerca de si se mide con certeza los conocimientos, habilidades y destrezas adquiridas por los estudiantes a través de un examen, se cuestiona en si existe una relación proporcional a las calificaciones y el éxito en la vida laboral. Surge de estos planteamientos la necesidad de investigar en educación y en las ciencias cognitivas de este campo, tomando con una posición critica la necesidad que posee la evaluación de evolucionar, reconociendo que es un problema que va más allá de realizar instrumentos idóneos. El ABP presenta un paradigma, debido a que las instituciones educativas aun evalúan de manera tradicional, no están adecuadas para evaluarlo, perjudicando a aquellos que aprendan con esta estrategia, pues de igual manera se verán sometidos a evaluaciones tradicionales, las cuales se enfocan a memorizar información. Siendo así primero se hablará de la evaluación de una manera general, y una vez esclarecido se centrará en el ABP.

Cabe resaltar lo práctico de las evaluaciones de selección múltiple o memorización. El reto, por lo tanto, para los programas educativos estructurados mediante el ABP, consiste en cumplir con las evaluaciones establecidas para el sistema tradicional y, a la vez, desarrollar nuevos métodos de evaluación, debidamente probados para determinar el cumplimiento de los objetivos centrales del ABP, es decir, las habilidades para el razonamiento, la solución de problemas, el trabajo colaborativo, las relaciones interpersonales y la capacidad para la autoevaluación. (Gutierrez Avila, De la puente Alarcón, Martinez Gonzalez, & Piña garza, 2013)

Toda evaluación debe cumplir con un criterio de validez y confiabilidad. Cuando se refiere a validez, se habla de en qué medida el examen cuantifica los conocimientos pertinentes, es decir, reflejan las habilidades adquiridas partiéndose en cuatro dimensiones entrelazadas; validez del diseño, donde se recalca la importancia de veracidad de la hipótesis planteada para sustentar el examen; la validez de contenido, donde se plantea evaluar aquello que se aprendió; la validez concurrente, es una comparación estadística con los exámenes de otros que tienen el mismo objetivo; y la validez predictiva, la cual compara dichas estadísticas y exámenes futuros. Por otra parte, la confiabilidad se relaciona a la consistencia en los resultados, para que esto ocurra se puede utilizar el coeficiente de estabilidad: aplicación del mismo examen a un grupo, pero después de un tiempo, o mediante dos exámenes equivalentes en el mismo grupo.

La meta de la evaluación debe ser que el estudiante reconozca que temas deben ser reforzados de su propio aprendizaje. El ABP busca que las evaluaciones se hagan a lo largo del curso y no solo al final. Al tener que desarrollar diferentes habilidades y competencias, en diversos componentes (como razonamiento, relaciones interpersonales, conocimiento, solución de problemas, entre otros) deben existir diferentes tipos de evaluaciones. Es por esto los diferentes instrumentos de evaluación, con una caracterización cualitativa de su validez y confiabilidad (Maloney, 1994; Engelhardt y Beichner, 2001) las escalas de clasificación; examen de opción múltiple; examen de respuestas breves y frases incompletas; examen oral; observación directa; ensayo o ensayo modificado; triple salto; tareas secuenciales; examen objetivo estructurado; evaluación del grupo tutorial; contratos de aprendizaje; mapas conceptuales y casos simulados.

Sin embargo, solo se especifica la prueba escogida debido al tiempo estipulado en esta investigación y al poseer un grupo numeroso de estudiantes, como se ilustra en la tabla 1.

<i>prueba</i>	<i>Descripción</i>	<i>Validez</i> <i>Potencial</i>	<i>Confiabilidad</i> <i>potencial</i>	<i>Aplicación</i>
<i>Problemas escritos.</i>	Los estudiantes tienen que resolver problemas por escrito.	Se requieren de 10 a 40 casos para obtener resultados reproducibles.	No determinado	Variable

Tabla 1. Instrumento de evaluación

Conforme los niveles cognitivos aumentan es más difícil saber su validez y confiabilidad, a diferencia de las evaluaciones de selección múltiple, sin embargo, estos están orientados solo al primer nivel cognitivo. Esto no quiere decir que sean inútiles las evaluaciones de razonamiento, solo que es difícil establecer el grado de confiabilidad y validez ya que todos razonamos diferente. Es por esto que el problema puede tener varias hipótesis y alternativas además de la variación de respuestas.

La evaluación en el ABP no puede ser entendida como exámenes o calificaciones. Es un concepto más amplio y dinámico. Como este aprendizaje se basa en una serie de preguntas todo el tiempo se está evaluando. Debe ser congruente, es decir, si los estudiantes aprenden a través de problemas, la evaluación debe consistir en examinar el desempeño de los estudiantes mediante el análisis y solución de problemas (Woods, 1996). Y si no ellos se cuestionarán para

que aprenden de esta manera. En el ABP es igual de importante el producto que el proceso, tanto los resultados como el método. En la manera tradicional suele hacerse solo con los conocimientos adquiridos sin contar con otras habilidades como las interpersonales en el proceso de aprendizaje, haciendo irónico solicitar a los estudiantes habilidades para trabajar en equipo y no evaluarlas., considerando a su vez, que trabajar con otros los vuelve mejores ciudadanos.

La evaluación puede organizarse en dos ejes: las áreas de evaluación, las cuales abarcan resultados o conocimientos y procesos del aprendizaje, y los sujetos que intervienen en el proceso, es decir tutor- estudiantes, alumnos-alumnos y autoevaluación.

La evaluación por parte del tutor hacia los estudiantes busca dar un nuevo enfoque al estudiante, debe incluir desde la interacción con los demás hasta los conocimientos generados, y también se debe realizar, al contrario, una evaluación por parte de los estudiantes al tutor para estar en sintonía con la filosofía del ABP. Nuevamente (Gutierrez Avila, De la puente Alarcón, Martinez Gonzalez, & Piña garza, 2013) ofrecen un tipo de evaluación

Calificaciones ¿sí o no?

El ABP resalta la evaluación continua mas no como determinante para medir los conocimientos adquiridos, con el fin de motivar el aprendizaje colaborativo solo se otorga un aprobado o no aprobado. Ello bajo el argumento de que la actitud competitiva en busca de la calificación puede dificultar el trabajo colaborativo y porque se busca que la gratificación sea interna (Vassilas, et al. 2007). Aunque, por otra parte, se teme que el estudiante se conforme solo con pasar o no y no lo lleve a estudiar más. Así que, generalmente se sigue por un criterio ya dado para determinar si los estudiantes alcanzaron la meta o no.

2.3 Estrategias didácticas

Son consideradas herramientas para mejorar tanto el aprendizaje como la enseñanza. Su uso fomenta el desarrollo de habilidades cognitivas y metacognitivas por parte del estudiante, mientras que promueve prácticas docentes reflexivas y enriquecedoras en el profesor (Flores&Flores, 2017) Por otra parte, (Tebar, 2003) la define como “procedimientos que el agente de enseñanza utiliza en forma reflexiva y flexible para promover el logro de aprendizajes significativos en los estudiantes”. Este proceso siempre debe estar centrado en la

relación estudiante- docente, en la cual se genera conocimiento. Al estar involucrado el docente, las estrategias de enseñanza deben promover y facilitar el aprendizaje de los estudiantes.

Las estrategias en general, comparten elementos, aspectos o rasgos en común que son considerados componentes fundamentales. Monereo (1997) los describe como:

1. Los participantes activos del proceso de enseñanza y aprendizaje: estudiante y docente.
2. El contenido a enseñar (conceptual, procedimental y actitudinal).
3. Las condiciones espacio-temporales o el ambiente de aprendizaje.
4. Las concepciones y actitudes del estudiante con respecto a su propio proceso de aprendizaje.
5. El factor tiempo.
6. Los conocimientos previos de los estudiantes.
7. La modalidad de trabajo que se emplee (ya sea individual, en pares o grupal).
8. El proceso de evaluación (ya sea diagnóstico, formativo o sumativo).

Debido a lo flexible, adaptable y contextualizada que son las estrategias didácticas, (Vaello, 2009) señala su uso en alguno de los tres momentos de la clase, es decir, inicio, desarrollo o cierre. A su vez, es posible utilizar una estrategia en toda la clase o solo ocupar momentos específicos de la misma.

Es importante recalcar el papel del docente a la hora de seleccionar y aplicar la más adecuada, según el contexto educativo donde se desempeñe, no es una tarea fácil y requiere reflexión, por lo que Negrete (2010) propone las siguientes recomendaciones:

- 1) Consideración de las características generales de los estudiantes (a nivel cognitivo, socio-afectivo, factores motivacionales, conocimientos, estilos de aprendizaje, etc.)
- 2) Tipo de dominio del conocimiento en general y del contenido curricular en particular, que se va a abordar.
- 3) La intencionalidad pedagógica, es decir qué objetivo se desea alcanzar y qué actividades pedagógicas debe realizar el estudiante para lograrlo.
- 4) Monitoreo constante del proceso de enseñanza y aprendizaje, de las estrategias de enseñanza empleada (si es el caso), así como del progreso y aprendizaje de los estudiantes (Negrete, 2010; Tecnológico de Monterrey, 2001; Chevallard, 1991).

(Flores Flores, y otros, 2017) proponen diversas estrategias se pueden utilizar, como: la tira didáctica, cuadro sinóptico, mapa conceptual, ilustraciones, inferencia (46), juego de roles, júntate piensa y comparte (57), línea de tiempo, lluvia de ideas (68), mapa mental, organizadores de gráficos, sillas filosóficas, barrida de texto, cuadro T, ensayo, panel de discusión, red semántica, rompecabezas, blogs, debates, entrevista, y oratoria. De los cuales se hace énfasis en: la inferencia, donde se construye conocimiento a través de “suposiciones educadas”, es decir el estudiante encuentra respuestas a través de pistas y pre saberes mas no son dados totalmente por el docente; También se resalta júntate, piensa y comparte, según (Gunter, Estes&Schwab 1999) su utilidad se centra en que los estudiantes aprendan a organizarse entre ellos para ordenar los tópicos que serán discutidos en clases y promover la participación de los estudiantes, de esta manera pueden resolver problemas o preguntas; y por último la lluvia de ideas, para generar conocimiento a través de ideas originales de manera grupal.

Estas tres estrategias didácticas son transversales en la metodología del ABP, debido a la necesidad del trabajo en grupo, comenzando con generar ideas, que luego por inferencia se volverán en conocimiento aplicado a una situación de la vida real, de esta manera ir desarrollando capacidades mentales de orden superior.

2.4 Vectores

Existen muchas situaciones una descripción física genera una ubicación en el espacio, según esta situación se escoge el sistema de coordenadas que mejor se ajuste o facilite su tratamiento matemático. En la mayoría de situaciones basta las coordenadas rectangulares, donde se ubica cualquier objeto, en tres dimensiones (x,y,z) y los ejes son perpendiculares entre si cruzándose en un punto común conocido como origen (figura 5).

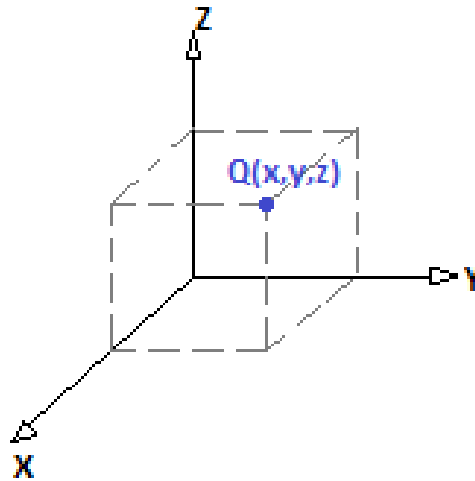


Figura 5. Localización de un punto en un sistema cartesiano tridimensional.

Según la situación que se tenga, hay ocasiones que resulta más sencillo representar un punto en el plano a través de coordenadas polares o cilíndricas, pero el curso de física I, se centra en las rectangulares.

Muchas veces lo que se representa en el plano no es punto, sino una cantidad, como el tiempo, la velocidad, temperatura, entre otros. Por lo tanto, cabe primero explicar cuáles cantidades puede haber y su diferenciación.

Existen cantidades en física que solo con un dato determinado conocemos toda la información necesaria. Cuando preguntan la temperatura de un lugar para saber cómo vestirse, solo interesa el número o valor, Así, la temperatura es ejemplo de un escalar, es decir, un valor único con una unidad adecuada y no tiene dirección. Por otra parte, hay situaciones donde no solo basta con un número o dato, por ejemplo, para pilotear un avión, se necesita la velocidad del viento, pero también su dirección. Así, la velocidad es un ejemplo de un vector, o cantidad vectorial, la cual posee magnitud o valor, dirección y sentido, gráficamente se denota con una flecha y también se representa con una letra con una flecha sobre ella, por ejemplo \vec{B} . Estas cantidades cumplen con las siguientes propiedades, tomadas de (Serway & Jewett, 2008).

No solamente se tienen vectores de velocidad, existen otras situaciones de la vida diaria, aunque no se medite mucho en ello, se efectúan operaciones con vectores, por ejemplo, la figura 6 lo ejemplifica, en la parte a) dos personas que aplican una fuerza para mover una caja, según la dirección en que se aplique la fuerza, la caja se moverá hacia una dirección específica, en la parte b) cuando queremos saber el desplazamiento de una persona al seguir una ruta, y

finalmente en c) el trabajo necesario para mover un carro que se ha quedado atascado, según la fuerza que se le aplique y el desplazamiento que logre tener el móvil. Y no solo existen estos vectores, de igual manera la aceleración, el momento, el campo eléctrico, el campo magnético, el peso y otros, nos recuerdan la gran aplicabilidad de si mismos a contextos diarios.

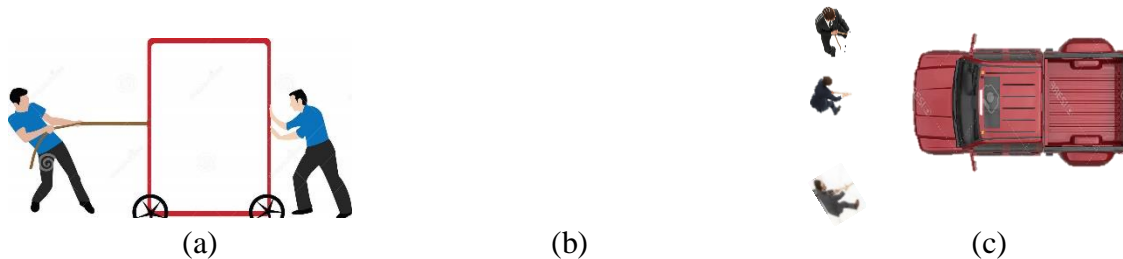


Figura 6. Aplicaciones vectoriales a diferentes contextos: a) Fuerzas de dos personas, b) Desplazamiento de una mujer después de seguir una ruta y c) Trabajo necesario por 3 personas para desplazar un auto. Imágenes tomadas de: Freepick.com y Dreamtime.com

2.4.1 Igualdad de vectores

Dos vectores \vec{A} y \vec{B} se definen como iguales si tienen la misma magnitud y si apuntan en la misma dirección. Esto es, $\vec{A} = \vec{B}$ sólo si $A = B$ apuntan en la misma dirección a lo largo de líneas paralelas.

2.4.2 Suma de Vectores

Los vectores no se pueden sumar como números ordinarios, porque además poseen dirección y sentido, los cuales afectan esta adición, para la cual, existen dos métodos el gráfico y el analítico, el primer caso se debe dibujar el primer vector (\vec{A}) en papel gráfico con una escala conveniente, luego, el segundo vector (\vec{B}) en la misma escala. El método gráfico utilizado se conoce como “cabeza y cola” consiste en dibujar el primer vector y justo donde este termine o comenzando desde la punta de \vec{A} , trazar el origen y dibujar el segundo vector, como se ilustra en la figura 7, donde, la suma o resultante \vec{R} es un vector trazado desde el origen de \vec{A} hasta la punta de \vec{B}

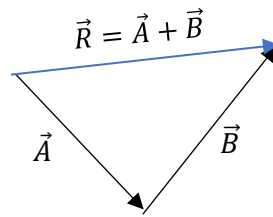


Figura 7. Suma de dos vectores gráficamente.

Cuando se suman más de dos vectores, esta adición se realiza independientemente de la forma en la que se agrupan, como se muestra en la figura 8, es decir, cumplen con la ley asociativa de la suma:

$$\vec{A} + (\vec{B} + \vec{C}) = (\vec{A} + \vec{B}) + \vec{C}$$

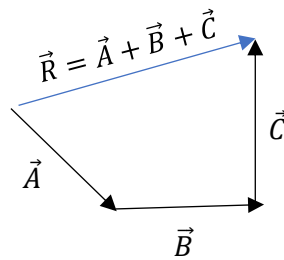


Figura 8. Construcción geometría para sumar vectores.

2.4.2.1 Resta de vectores

La resta de vectores corresponde a una antisuma, es decir el vector \vec{A} y el vector $-\vec{A}$, son iguales en magnitud, pero sus direcciones son opuestas, como se puede ilustrar en la figura 9. Donde de igual manera el vector resultante será aquel formado del primer vector con el segundo

$$\vec{A} - \vec{B} = \vec{A} + (-\vec{B})$$

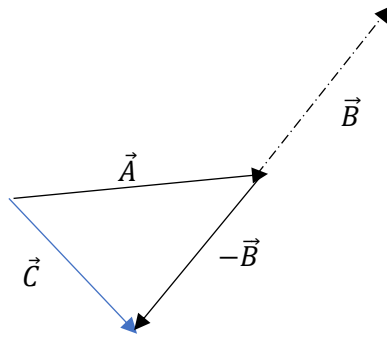


Figura 9. La construcción de \vec{C} al “sumar” \vec{A} y $-\vec{B}$.

2.4.2.2 Componentes de un vector

En el método analítico, se requiere en primera instancia calcular las componentes, es decir obtener sus proyecciones sobre los ejes de coordenadas, o lo que comúnmente se conoce como componentes rectangulares. Para esto consideremos el vector \vec{A} , el cual está en el plano xy con un ángulo θ , arbitrario (Figura 10). Este vector se representa escribir como la suma de sus dos componentes \vec{A}_x , la cual es paralela al eje x , y \vec{A}_y paralela al eje y . Estas componentes se obtienen mediante el teorema de Pitágoras: al tomar el vector como la hipotenusa de un triángulo rectángulo, donde \vec{A}_x , es el cateto adyacente al ángulo y \vec{A}_y el cateto opuesto (ecuación 1). Así, esta componente es positiva si apunta en dirección x positiva y, es negativa si apunta en dirección x negativa. De igual manera para las componentes en el eje y .

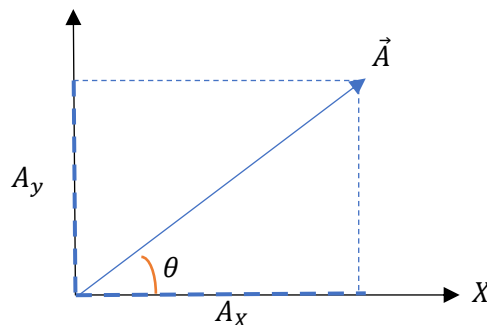


Figura 10. Componentes de un vector en el plano xy .

$$A_x = A \cos \theta \quad \text{E.1}$$

$$A_y = A \sin \theta$$

Por lo tanto, la magnitud y dirección de \vec{A} se relacionan mediante las expresiones

$$A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} \quad \text{E.2}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{A_y}{A_x} \right) \quad \text{E.3}$$

Regularmente los vectores se expresan en términos de vectores unitarios, es decir, vectores sin dimensiones que tiene una magnitud de exactamente 1 y se usan para especificar la dirección, denotados con las letras \hat{i} , \hat{j} y \hat{k} , donde el “gorro” o curvatura por arriba de ellos, denota que son unitarios y corresponden respectivamente al eje x , y y z . Entonces, el vector \vec{A} se puede escribir como $\vec{A} = A_x \hat{i} + A_y \hat{j}$

De esta manera, una vez definidas las componentes de los distintos vectores, se adicionan todas las componentes que sean de igual dirección, es decir, las componentes en \hat{i} , aparte, las componentes en \hat{j} , por último, las componentes en \hat{k} , formando así el vector resultante. De esta manera, se ejemplifica lo descrito en el siguiente problema:

Enunciado del problema: *Calcular el vector resultante*

Se desea conocer la velocidad relativa de un avión, que atraviesa una fuerte corriente de aire, es decir, conocer el vector resultante, formado por la velocidad del avión $A = 300\text{km/h}$, la cual tiene un ángulo de inclinación de 45° con respecto al eje $-x$ (Ver figura 11) y la velocidad del viento $B = 210\text{km/h}$ con un ángulo de 50° con respecto al eje x .

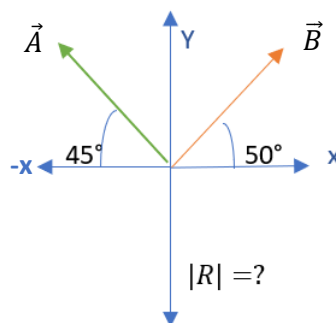


Figura 11. Ilustración gráfica de dos vectores velocidad.

Desarrollo del problema:

1 Identificar los ángulos de los vectores

Para identificar cada ángulo se toma el eje x, como ángulo 0° o punto de partida, y desde allí, se cuentan los grados para cada vector. Para el problema planteado el vector \vec{B} , tiene un ángulo de inclinación de 50° con respecto al eje x, como lo muestra la figura 10. Sin embargo, para el vector \vec{A} , el ángulo es de 135° , debido a que desde el eje x hasta el eje -x existen 180° , y además, como el vector tiene una inclinación de 45° respecto al eje -x, se resta: $180^\circ - 45^\circ$ para así saber su inclinación respecto al eje x.

2 Descomponer cada vector

Una vez esclarecido cada ángulo, se procede a descomponer cada vector, en

$$\vec{A} = 300 \cos(135) \hat{i} + 300 \sin(135) \hat{j}$$

$$\vec{B} = 210 \cos(50) \hat{i} + 210 \sin(50) \hat{j}$$

3 Sumar

Ahora se suman aquellas componentes que estén en la misma dirección, es decir:

$$\vec{R} = [300 \cos(135) \hat{i} + 210 \cos(50) \hat{i}] + [300 \sin(135) \hat{j} + 210 \sin(50) \hat{j}]$$

$$\vec{R} = -77.1 \hat{i} + 390.7 \hat{j}$$

Aplicando la ecuación 2, se puede calcular la magnitud del vector resultante:

$$R = \sqrt{(-77.1)^2 + (390.7)^2} = 388$$

Es decir, que la velocidad relativa que tendrá el avión según la velocidad del viento en ese instante será de 388km/h.

2.4.2.3 Propiedades de la adición de vectores

- **Conmutativa:** Dados dos vectores \vec{A} y \vec{B} se cumple que $\vec{A} + \vec{B} = \vec{B} + \vec{A}$

- **Asociativa:** Dados tres vectores \vec{A} , \vec{B} y \vec{C} se cumple que:

$$(\vec{A} + \vec{B}) + \vec{C} = \vec{A} + (\vec{B} + \vec{C})$$

- **Elemento neutro:** Dado el vector \vec{A} y sumarlo con un vector nulo $\vec{0}$ se obtiene el vector \vec{A} :

$$\vec{A} + \vec{0} = \vec{0} + \vec{A} = \vec{A}$$

- **Elemento simétrico:** Dado el vector \vec{A} al ser sumado con su inverso $-\vec{A}$ se obtiene el vector nulo $\vec{0}$

$$\vec{A} + (-\vec{A}) = (-\vec{A}) + (\vec{A}) = \vec{0}$$

2.4.3 Multiplicación de vectores

Existen tres operaciones de producto entre dos vectores, producto de un escalar por un vector, el producto escalar y el producto vectorial, el segundo producto también conocido como producto escalar entre dos vectores es igual a la magnitud de uno por la proyección del otro sobre él. Este producto es utilizado en física principalmente en energía.

El tercer producto, también conocido como producto vectorial entre dos vectores tiene como magnitud un valor igual al área del paralelogramo generado por su base \vec{U} y su altura \vec{V} :

$$\text{Área}_{\square_{AB}} = |\vec{U} \times \vec{V}|$$

Además, este producto posee diversas aplicaciones en geometría analítica, una de ellas, determinar la perpendicularidad entre dos rectas, lo cual aplicado en física, es el fundamento de momento angular y torque. Los cuales, son de gran importancia debido a la simetría rotacional de los sistemas y estudiados en el curso de física I.

2.4.3.1 Producto de un vector por un escalar

Si se tiene un vector \vec{A} que se multiplica por un escalar α , el resultado será un vector en la dirección de \vec{A} y de magnitud αA . Por otra parte, si se multiplica el vector \vec{A} por un escalar negativo, como: $-\alpha$, el resultado será un vector en dirección opuesta a \vec{A} y de magnitud $-\alpha A$. Por ejemplo, si el vector \vec{A} se encuentra en el eje y, tiene una magnitud $A = 3 \text{ unidades}$, como se ilustra a continuación, y se multiplica por un escalar $\alpha = 2$, se obtiene el vector \vec{C} , con magnitud igual a $3 \cdot 2 = 6$ y en dirección del vector \vec{A}

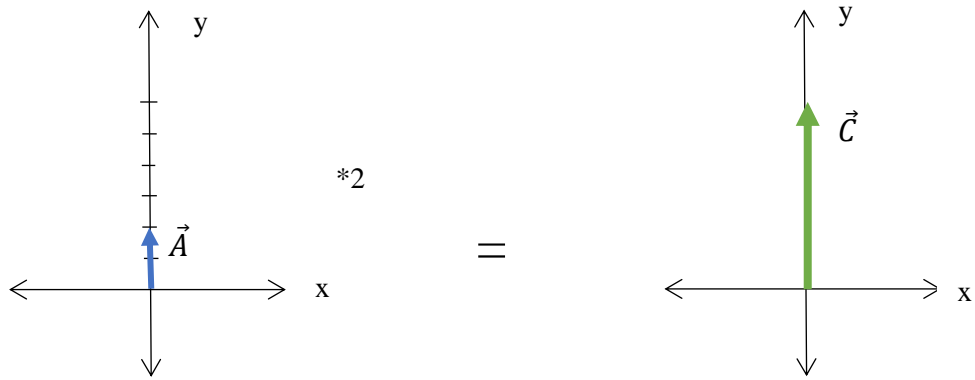


Figura 12. Multiplicación del vector \vec{A} por un escalar w para obtener un vector \vec{C}

2.4.3.2 Producto escalar o Producto punto $\vec{U} \cdot \vec{V}$

Un tipo de producto el cual se denota con un punto, genera como resultado un escalar, es decir un número, el cual por ejemplo aplicado en energía me genera el trabajo realizado entre el vector desplazamiento y vector fuerza. Gráficamente el producto punto representa la proyección del vector \vec{A} sobre el vector \vec{B} , su magnitud lo describe la siguiente ecuación:

$$|\vec{U} \cdot \vec{V}| = |\vec{U}| |\vec{V}| \cos \theta \quad \text{E.4}$$

O también se conoce el producto punto como la multiplicación entre las mismas componentes de los dos vectores, es decir

$$\vec{U} \cdot \vec{V} = U_x \hat{i} V_x \hat{i} + U_y \hat{j} V_y \hat{j} + U_z \hat{k} V_z \hat{k} \quad \text{E.5}$$

El producto punto cumple con las siguientes propiedades, donde sean \vec{U} , \vec{V} y \vec{W} vectores y sea α un escalar :

- $\vec{U} \cdot \vec{U} = |\vec{U}|^2$
- $\vec{U} \cdot \vec{V} = \vec{V} \cdot \vec{U}$
- $\vec{U} \cdot (\vec{V} + \vec{W}) = \vec{U} \cdot \vec{V} + \vec{U} \cdot \vec{W}$
- $(\alpha \vec{U}) \cdot \vec{V} = \alpha (\vec{U} \cdot \vec{V}) = \vec{U} \cdot (\alpha \vec{V})$

2.4.3.3 *Producto Vectorial o Producto Cruz* $\vec{U} \times \vec{V}$

Este tipo de multiplicación vectorial se denota con una \times , genera como resultado otro vector, el cual es perpendicular al plano formado por los dos primeros, posee muchas aplicaciones en física I y en electromagnetismo, su magnitud se describe como (ecuación 5):

$$|\vec{U} \times \vec{V}| = |U||V|\text{sen } \theta \quad \text{E.5}$$

También se puede expresar mediante el determinante:

$$\vec{U} \times \vec{V} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ U_x & U_y & U_z \\ V_x & V_y & V_z \end{vmatrix} \quad \text{E.6}$$

Cumple con las siguientes propiedades donde \vec{U}, \vec{V} y \vec{W} sean vectores y α un escalar:

- $\vec{U} \times \vec{0} = \vec{0} \times \vec{U} = 0$
- $\vec{U} \times \vec{U} = 0$
- $\vec{U} \times \vec{V} = -(\vec{V} \times \vec{U})$
- $\alpha (\vec{U} \times \vec{V}) = (\alpha \vec{U}) \times \vec{V} = \vec{V} \times (\alpha \vec{U})$
- $\vec{U} \times (\vec{V} + \vec{W}) = (\vec{U} \times \vec{V}) + (\vec{U} \times \vec{W})$
- $\vec{U} \cdot (\vec{V} \times \vec{W}) = (\vec{U} \times \vec{V}) \cdot \vec{W}$
- $\vec{U} \times (\vec{V} \times \vec{W}) = \vec{V}(\vec{U} \cdot \vec{W}) - \vec{W}(\vec{U} \cdot \vec{V})$

Capítulo 3. Marco Metodológico

3.1 Tipo de investigación

La presente investigación se basó en el enfoque cualitativo, debido a la necesidad de observar y analizar el desempeño de los estudiantes en el aula de clase y el rol del docente, de igual manera de los distintos puntos de vista, como: las relaciones interpersonales y dificultades presentadas.

Para (Sampieri, 2014), en lugar de tener claridad sobre las preguntas de investigación e hipótesis, para proceder a recolectar la información para analizar los datos (como en la mayoría de los estudios cuantitativos), el enfoque cualitativo utiliza la recolección y análisis de los datos, para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación, es decir, antes, durante o después. De esta manera, descubrir cuales son las preguntas de la investigación primordiales, para luego, perfeccionarlas y responderlas. Este enfoque es complejo y presenta una gran flexibilidad.

Para (Martínez, 2011), algunas de las características del tipo de investigación cualitativa son:

1. La investigación cualitativa no parte de hipótesis y, por lo tanto, no pretende demostrar teorías existentes, más bien busca generar teoría a partir de los resultados obtenidos.
2. Tiene una metodología holística (integral), es decir las personas, los escenarios o los grupos no son reducidos a variables, sino considerados como totalidad y en su totalidad.
3. Presenta una perspectiva histórica y dinámica. El investigador estudia las personas y los grupos, tratando de reconstruir y comprender su pasado, como el contexto y las situaciones presentes en los que se hallan.
4. Metodológicamente es naturalista; es decir estudia a las personas y a los grupos en su ambiente natural y en la vida cotidiana. Los investigadores interactúan con ellos de una manera natural.
5. La investigación cualitativa produce datos descriptivos, trabaja con las propias palabras de las personas, y con las observaciones de su conducta.

6. Empleando la observación participante, la entrevista no estructurada, la entrevista biográfica, las historias de vida, las entrevistas grupales, las encuestas cualitativas, realiza análisis a través de esquemas y categorías abiertas.
7. Dado que la naturaleza del objeto de estudio son los seres humanos, la relación que el investigador establece con las personas y con los grupos es cercana y empática y su interacción es de tipo dialógico y comunicativo, es decir, en este enfoque investigativo se da la relación sujeto que investiga – sujeto que es investigado y no la relación sujeto – objeto (sujeto que conoce – objeto investigado).
8. En este enfoque, todos los escenarios y personas son dignos de estudio. Aquellas personas a las que la sociedad ignora, la investigación cualitativa trata de darles voz.
9. Dado que su finalidad primordial es la comprensión de las experiencias individuales y/o colectivas en condiciones espacio-temporales, la aceptación de la diferencia y de la singularidad de los individuos como de sus grupos de referencia, es el fundamento de la tarea comprensiva.
10. Los estudios cualitativos se realizan con individuos, grupos, comunidades u organizaciones. En cualquier caso, no con grandes poblaciones, pues trabajar el elemento subjetivo no es viable en comunidades ampliamente numerosas.
11. Tiende a ser flexible en su metodología, la forma específica de recolección de información se va definiendo y transformando durante el transcurso de la investigación, dadas las condiciones naturales en las que se realiza.
12. El enfoque cualitativo tiene perspectiva humanista que implica una apertura al otro y a lo social. Un investigador cualitativo valora profundamente al hombre, busca encontrarse con él y enriquecerse a partir de ese encuentro.
13. El Papel del investigador en la investigación cualitativa es la de interactuar con los individuos en su contexto social, tratando de captar e interpretar el significado y el conocimiento que tienen de sí mismo y de su realidad, ya que se busca una aproximación global y naturalista a las situaciones sociales y a los fenómenos humanos con el propósito de explorarlos, describirlos, y comprenderlos a partir de un proceso de interpretación y construcción teórica.

Además, el investigador cualitativo debe caracterizarse por: sus habilidades sociales, es decir, ser una persona y un profesional con una relación próxima, amigable, dialógica y comunicativa, con sus sujetos de investigación, para poder interpretar su cultura, su historia, actitudes y sus cambios. También con capacidad de adaptarse al lugar y a las personas objeto

de estudio, conociendo aquello que es parte del entorno y las circunstancias de vida de los demás alrededor.

Por último, las técnicas utilizadas actualmente en la investigación cualitativa para recolectar la información son principalmente: la observación (directa, participante) la entrevista cualitativa (estructurada o no estructurada) y la investigación no intrusiva (incluye el estudio de documentos), entrevistas, historias de vida, observación etnográfica, testimonio focalizado entre otros.

El trabajo en el salón de clase será mediante investigación acción, cuya finalidad es conducir a cambiar y por tanto este cambio debe incorporarse en el propio proceso de investigación. Se indaga al mismo tiempo que se interviene (Sampieri, 2014). Este tipo de investigación propicia el cambio social, transformando la realidad, social y/o educativa, haciendo tomar conciencia a los agentes involucrados en este proceso, según (Sandín, 2003).

Para Pring (2000) existen cuatro características significativas de la investigación-acción (citado en Murillo, 2010):

1. *Cíclica, recursiva*. Pasos similares tienden a repetirse en una secuencia similar.
2. *Participativa*. Los clientes e informantes se implican como socios, o al menos como participantes activos, en el proceso de investigación.
3. *Cualitativa*. Trata más con el lenguaje que con los números.
4. *Reflexiva*. La reflexión crítica sobre el proceso y los resultados son partes importantes de cada ciclo.

De tal manera, la investigación aquí presentada buscó generar una propuesta pedagógica, con el fin de fortalecer habilidades y destrezas en la resolución de problemas del análisis vectorial, enfocados en un contexto real a estudiantes de segundo semestre de ingenierías de la Universidad de Pamplona, mediante la estrategia Aprendizaje Basado en Problemas (ABP).

3.2 Proceso de la investigación

La investigación acción suele utilizar estrategias para obtener un mejor desempeño docente, mediante un proceso cíclico de manera espiral con cuatro etapas según (Carr& Kemmis,1986): planificación, acción, observación y reflexión. Este proceso se realiza organizando en grupos a los estudiantes, luego, se diseña un plan de acción, se implementa, se observa su realización gracias a instrumentos de recolección y, finalmente se reflexiona si se cumplió el objetivo, de no ser así, nuevamente se comienza el ciclo (Ver figura 13)

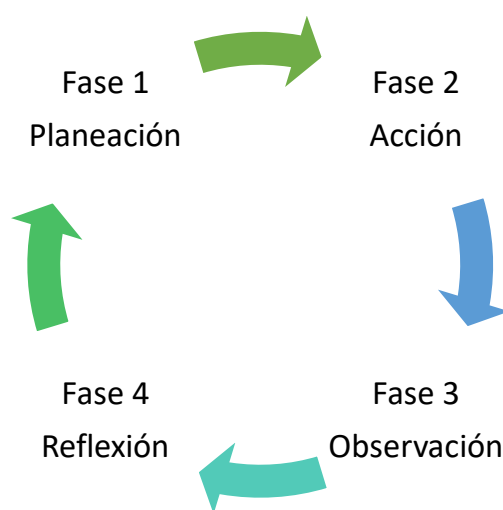


Figura 13 Fases de la Investigación acción según Carr y Kemmis (1986)

Cabe detenerse y abordar de una manera más amplia, las fases de la investigación que fueron aplicadas en este trabajo:

3.2.1 Planificación

Una vez identificado el problema gracias a los resultados de las estadísticas dadas por diferentes docentes, al evaluar, y al analizar una prueba escrita, se procedió a seleccionar los elementos de interés, es decir, aquellos contemplados en la unidad de análisis vectorial, la metodología de aprendizaje basado en problemas (ABP), los instrumentos de recolección de información y las intervenciones pedagógicas. Que un aprendizaje más idóneo a los educandos de segundo semestre de ingenierías de la Universidad de Pamplona.

3.2.2 Acción

Una vez estuvo todo estructurado y planeado, se procedió a aplicar las intervenciones pedagógicas a los estudiantes de física I de segundo semestre de ingenierías, para incrementar su comprensión con base a la metodología de aprendizaje basado en problemas (ABP).

3.2.3 Observación

Con la observación, se ejecutaron las acciones propias de la investigación aquí planteada, gracias a los distintos instrumentos de recolección de datos como el diario de campo, las evidencias fílmicas y fotográficas.

3.2.4 Reflexión:

Al reflexionar se logró cerrar el ciclo espiral propuesto en la investigación acción, a través de los instrumentos de recolección de datos anteriormente planteados y, revisar si se cumplen los objetivos propuestos, o lo contrario, si es necesario replantearlos.

De acuerdo al estudio de las estadísticas planteadas por el grupo de docentes de la asignatura física I del segundo semestre del 2018 y al análisis de las evaluaciones impartidas solo del análisis vectorial, donde se observan los bajos rendimientos académicos de los estudiantes, se generó la oportunidad de planear una estrategia de mejoramiento en el aprendizaje de las cantidades vectoriales, mediante situaciones problemáticas contextualizadas en la vida real.

Esta investigación comenzó a realizarse a principios de septiembre del año 2018, explorando estrategias para la enseñanza-aprendizaje, haciendo un barrido de información para poco a poco diseñar la apropiada y así fortalecer los aprendizajes de los estudiantes, seleccionando la estrategia del aprendizaje basado en problemas, debido a la aplicación de problemas de la vida cotidiana. (Sampieri, 2014), hace énfasis al estudio de las diversas situaciones de la vida real de los participantes, que penetran a través de los sentidos, y explorando el medio que les rodea profundizando en sus experiencias.

En el primer semestre del año 2019, se le cambió la asignación académica para la docente investigadora, motivo por el cual, se le solicitó a un docente el espacio en uno de sus grupos

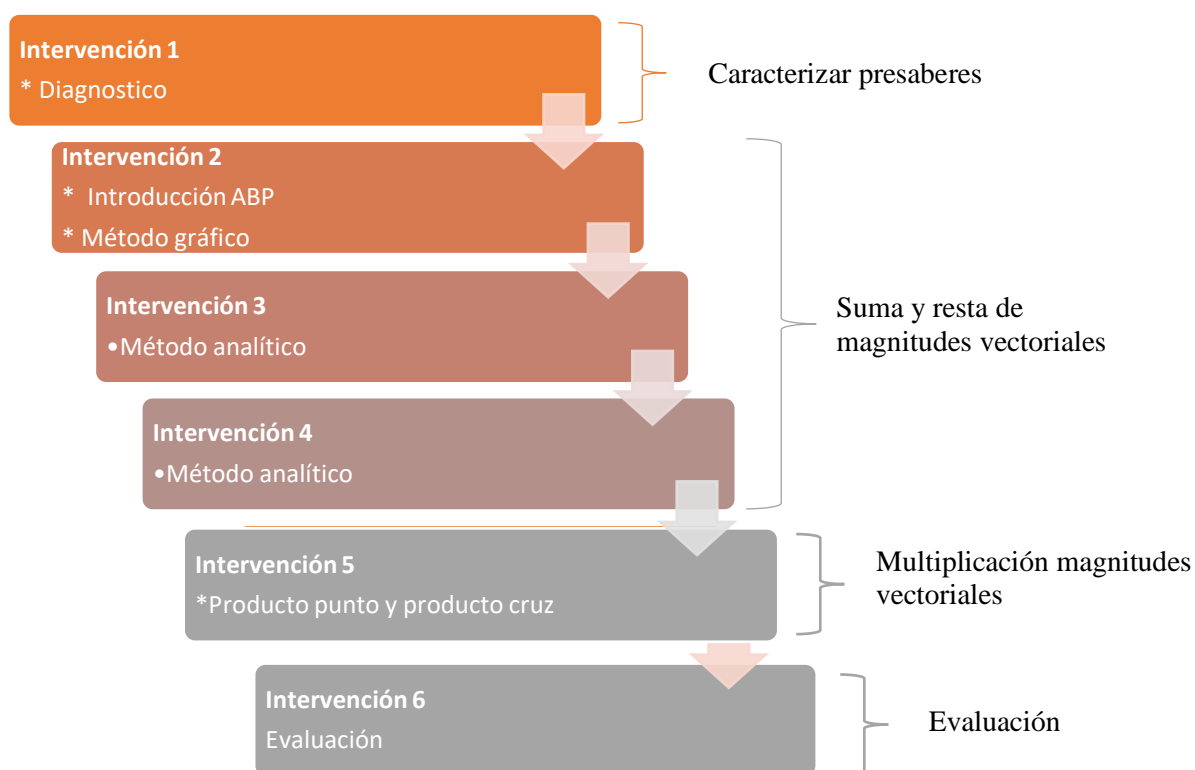
por 6 clases, donde estaba estipulado según el contenido programático el desarrollo de la unidad análisis vectorial, con una respuesta positiva para continuar con el proceso de investigación a finales de abril del 2019. Se realizó inicialmente el trabajo investigativo, con estudiantes de segundo semestre de ingenierías mediante la prueba diagnóstica, con base en distintas preguntas como: interpretar, completar, analizar y argumentar las respuestas (Ver anexo 1).

El instrumento fue diseñado y luego entregado en forma física, para desarrollarse en el aula JG 108, allí, los estudiantes se organizaron en escritorios a modo personal, en un ambiente tranquilo sin distracciones externas que pudieran afectar el desarrollo de la prueba. La presentación del diagnóstico y su ejecución se realizaron una semana antes de aplicar las intervenciones, para poder medir los conocimientos previos que poseían los estudiantes, tomando un tiempo de 1 hora para su desarrollo y siguiendo el contenido programático de la materia para no alterarlo.

Cabe resaltar que la planeación de las 4 intervenciones a través de guías didácticas, fue revisada por otros docentes, además del asesor, notando las debilidades encontradas en la prueba diagnóstica, buscando un aprendizaje progresivo y secuencial, donde además, se buscó fortalecer el análisis textual, la argumentación precisa y concisa de las respuestas.

A principio del mes de mayo del año 2019, se aplicaron estas cuatro intervenciones, cada una con un tiempo de 2 horas, comenzando por la suma gráfica de cantidades vectoriales, seguidamente la suma mediante el método analítico, y culminando con la multiplicación por producto punto y producto cruz. En el laboratorio de matemáticas ECINAP, allí, los estudiantes se organizaron cada uno en un escritorio con computador, sentados de tal manera que, a lado o atrás de ellos, se encontraban los otros miembros del equipo de trabajo, en un ambiente tranquilo, cómodo y sin posibilidad de distracciones. Las actividades, grabaciones de las mismas, evidencias fotográficas y resultados de las guías didácticas, fueron registradas en el diario de campo de la docente investigadora. Resaltando la dificultad en la primera intervención por parte de los estudiantes participantes, ante una nueva metodología, pero con una gran adaptación posterior. Las guías didácticas de la metodología del ABP al análisis vectorial se encuentran en los anexos del 3 al 6.

El siguiente esquema, muestra las etapas de todo el proceso para realizar el trabajo de investigación, con las respectivas guías didácticas utilizadas:



3.3 Población y muestra

La población se refiere a aquellas personas participantes en el proceso de la investigación, según Fracica (1988) (citado en Acosta, D, 2017, p. 107), es: “el conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación. Se puede definir también como el conjunto de todas las unidades de muestreo”, o (Jany,1994), quien la define como: “la totalidad de elementos o individuos que tienen ciertas características similares y sobre las cuales se desea hacer inferencia”.

La población objeto de estudio para esta investigación corresponde a los estudiantes cursantes de la asignatura física I de segundo semestre de ingenierías de la Universidad de Pamplona.

Grupo de Física I	Cantidad de Estudiantes
A	30
B	38
C	40
D	37
E	34
F	35
G	30
H	30
I	27
M	27

Tabla 2. Población de grupos de mecánica de la Universidad de Pamplona

Por otra parte, según Balestrini (1997), la muestra “es, en esencia un subconjunto de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características”. (Citado en Portilla, O. 2017).

La muestra corresponde al grupo M, el cual posee un total de 27 estudiantes de distintas ingenierías, provenientes de diferentes lugares de Colombia, este grupo se eligió por conveniencia teniendo en cuenta la disponibilidad del laboratorio de informática y el horario de la investigadora.

Las intervenciones de la investigación comenzaron realizándose en el bloque Jorge Gaitán JG 108. Pero su desarrollo no solo se llevó a cabo en el aula de clase, sino también en el laboratorio virtual del departamento de matemáticas ECINAP.

3.4 Instrumentos para la recolección de información

Los principales métodos para recolectar la información, según (Hernández Sampieri, et. al.2010) citado a su vez en (Acosta, D, 2017) son:

La observación, la entrevista, los grupos de enfoque, la recolección de documentos y materiales, y las historias de vida. El análisis cualitativo implica organizar los datos recogidos,

transcribirlos a texto cuando resulte necesario y codificarlos. La codificación tiene dos planos o niveles. Del primero, emergen temas y del segundo relaciones entre conceptos. Al final se produce teoría enraizada en los datos (p. 406).

Para coleccionar la información se utilizan instrumentos como: el diario pedagógico; datos fotográficos; la observación directa; videos; prueba diagnóstica y prueba de salida, estas herramientas fueron clave para analizar y mostrar los resultados de dicha investigación, de las cuales se utilizaron: observación, diario pedagógico, evidencia fotográfica, evidencia fílmica y prueba de salida o cierre, y se explican respectivamente de una manera más amplia a continuación:

3.4.1 Observación

La observación no solo hace referencia al sentido de la vista, de acuerdo a (Hernández, 2016): es estar atento a los detalles, poseer habilidades para describir conductas y luego realizar anotaciones. Estas observaciones se realizaron a través de un diario de campo en forma cronológica. “Implica adentrarse profundamente en situaciones sociales y mantener un papel activo, así como, una reflexión permanentemente. Estas atento a los detalles, sucesos, eventos e interacciones” (Sampieri, 2014). A su vez, dicho autor plantea cuatro propósitos esenciales de todo buen observador en una investigación cualitativa:

- a. Describir aspectos sociales analizando su significado y actores que la generan.
- b. Comprender las relaciones entre personas y situaciones, eventos y patrones que desarrollan.
- c. Identificar problemas sociales.
- d. Generar hipótesis para futuros estudios.

Por tanto, la observación se convierte en herramienta fundamental para diseñar y aplicar los siguientes instrumentos, para recolectar datos de una manera imparcial.

3.4.2 Prueba Diagnóstica

Gracias a este instrumento se pudo profundizar en los conocimientos previos acerca del análisis vectorial. Se estructuró, abarcando toda la temática, es decir suma gráfica y analítica de

magnitudes vectoriales, producto punto y producto cruz. Las 10 preguntas realizadas incluían algunas la interpretación, otras completar y otras argumentar. (Ver anexo 1).

3.4.3 Diario de Campo

(Porlan&Matín,1998), en su obra: “El diario del profesor” describen el diario de campo como una guía para la investigación, el cual es usado para detectar dificultades y posibilitar el intercambio de información entre educando y educador, volviéndose así, un instrumento transformador de las prácticas en el aula, en una guía la cual, permite reflexionar al profesor en su proceso de evolución y sus modelos de referencia.

Otros autores como Fernández y Roldán (2012) afirman: El diario pedagógico se concibe como un texto escrito que,... registra experiencias, sin embargo adquiere un sentido de carácter más epistemológico que narrativo, en la medida: en que no se limita a la narración de anécdotas, sino que éstas tienen un sustento pedagógico originado en los resultados obtenidos por los facilitadores en determinado momento, los cuales dan lugar a prácticas pedagógicas, que se deben tener en cuenta como parte de la cualificación del proceso educativo (p. 119).(Citado en Acosta, D. 2017).

Esta herramienta permitió captar la información generada de las aptitudes y actitudes de los estudiantes, así como de su razonamiento, comportamientos ante las estrategias basadas en el ABP que fueron aplicadas. También, contienen las descripciones de las guías didácticas para el análisis vectorial (ver anexo 7).

3.4.4 Evidencia fotográfica

(Velasco, 2012) expresa: “Una mirada a nuestra propia trayectoria escolar nos revela que el medio fotográfico, ha estado presente en los contextos educativos de formas diversas y cumpliendo objetivos también muy diferentes. Las fotografías, ya sean individuales o grupales de toda la institución educativa, de clases, o componentes, se vuelven instrumentos que recompilan la historia de aquellos educandos a través del tiempo, generando datos visuales a través de los cuales, se pueden investigar diferentes aspectos de la vida escolar.

Las fotografías se consideraron instrumentos de gran importancia, ya que permiten evidenciar la investigación realizada y así reforzar los informes (Ver anexo 8).

Según (Elliot, 2000): se pueden captar aspectos visuales de una situación, y además, expresa que en el contexto de la investigación acción en el aula, se pueden recoger los siguientes aspectos visuales:

- Los alumnos, mientras trabajan en el aula.
- Lo que ocurre a espaldas del profesor.
- La distribución física del aula.
- La pauta de organización social del aula; por ejemplo: si los alumnos trabajan en grupos, de forma aislada o sentados en filas mirando al profesor (p. 98). (Citado en Acosta, D. 2017).

3.4.5 Evidencia fílmica

Para poder tener una mejor observación en el aula de clase, las grabaciones de videos permitieron tener una segunda visión de la investigación, para así, analizar el desempeño y comportamiento de los estudiantes posteriormente, por si algún aspecto se pasó por alto en la observación directa.

3.4.6 Prueba de salida o de cierre

Esta prueba de conocimiento acerca del objeto de estudio, consistió en 3 problemas según la metodología del ABP, de un grado similar al desarrollado en las intervenciones, con motivo de verificar el progreso de los estudiantes que participaron, y así, comprobar si ellos mismos alcanzaron un conocimiento más sólido en análisis vectorial (Ver anexo 6).

3.5 Validación de instrumentos

Según (Sampieri, 2014): la validez de los expertos denota el grado en el cual un instrumento de medición mide la variable en cuestión, de acuerdo a: “voces calificadas” vinculadoras de la validez del contenido.

La validación de las guías aplicadas en esta investigación contó con la revisión de cada una de ellas, por el docente doctor en Ciencias en el área física Heriberto Peña de la institución educativa donde se realizó dicha investigación, quien realizó sugerencias y otras mejoras para perfeccionar las guías didácticas, y dar mayor claridad en algunas situaciones presentadas en ellas antes de ser trabajadas por los estudiantes.

Además, la prueba de salida también fue revisada, aportando reformas las cuales fueron tenidas en cuenta para el mejoramiento de estas, y posteriormente ser aplicadas.

3.6 Principios éticos

Sobre los principios éticos aplicados, cabe mencionar dos documentos donde se solicita el consentimiento e informado sobre la investigación que se llevará a cabo, uno para los estudiantes y el otro para el docente a cargo del curso (Ver anexo 9). Como la mayoría de estudiantes participantes de la investigación son mayores de 18 años se les solicitó sus firmas.

Respecto a los principios éticos, (Carrero,2017), cita a Kemmis y McTaggart (1988); (Winter,1989); (Altrichter,1993).

1. Al buscar el apoyo de personas o instituciones para la recolección de datos se debe obtener un consentimiento por parte de los mismos.
2. Así también si se realizan actividades externas al estudio, debe solicitarse permiso
3. Todas las personas involucradas deben tener la oportunidad de participar y opinar en la investigación.
4. El trabajo debe permanecer visible y abierto a las sugerencias de otros.
5. No se debe publicar ningún aporte de otra persona sin su permiso.

3.7 Categorización

Es necesario tomar los datos o información obtenida en categorías, las cuales permiten distinguir y elaborar aspectos de importancia que dan gran significado a la investigación.

Para los resultados y su discusión el investigador establece unas categorías iniciales, categorías propuestas como resultado del análisis de las competencias, las guías didácticas y la estrategia

utilizada (Cepeda, 2017). Para identificar estas categorías, se asignan códigos a las ideas, hipótesis, conceptos que existan y bajo los parámetros que se han establecido. La codificación tiene dos niveles: primero, codificar en categorías; segundo, se comparan dichas categorías entre ellas mismas, de esta manera tener una organización de temas iguales o con vinculación. Este proceso se debe realizar y revisar constantemente, puesto que emergen diferencias en cada lectura, es susceptible a cambios y la posible aparición de más categorías o subcategorías. (Hernández, 2006) (Citado en Carrero, 2017).

A continuación, se mostrará las categorías con sus respectivas subcategorías para la presente investigación:

Categoría	Subcategoría	Subcategoría 1	Código
Operación vectorial (V)	Presaberes generales		V.1
	Suma por el método gráfico V.2	Método paralelogramo	V.2.1
		Método Cabeza y cola	V.2.2
	Suma por el método analítico V.3	Ubicación componentes	V.3.1
		Descomposición componentes	V.3.2
	Producto punto		V.4.1
	Producto Cruz		V.4.2
Aprendizaje basado en problemas (ABP) (A)	Introducción		A.1
	Pasos A.2	Aclarar conceptos	A.2.1
		Definir el problema	A.2.2
		Lo que se conoce	A.2.3
		Resumir lo conocido	A.2.4
		Lo que se desconoce	A.2.5
		Obtener información	A.2.6
		Presentar resultados	A.2.7
	Situación problema A.3	Contexto	A.3.1
Intervenciones (In)	Registro In.1	Evidencia documental	In.1.1
	Socialización In.2	Aclaraciones	In.2.1
		Refuerzo	In.2.2

Tabla 3. Sistema categorial

3.8 Triangulación

Las investigaciones cualitativas tienen una mayor riqueza, amplitud y profundidad al ser está tomada de diferentes fuentes, esto se conoce como triangulación, es decir: “Utilización de diferentes fuentes y métodos de recolección” (Sampieri, 2014).

Cisterna (2005), comenta respecto a la triangulación: Es muy común que en una investigación cualitativa se utilicen más de un instrumento para recoger la información, siendo habitual en educación el uso, además de las entrevistas, de actividades sistemáticas de observación etnográfica (participante o pasiva), grupos de discusión, historias de vida y análisis textual de carácter semiótico. Cuando ello ocurre, entonces el proceso de triangulación se complejiza, pues hay que integrar todo el trabajo de campo. Para hacer esto, el primer paso es triangular la información obtenida desde los diversos instrumentos aplicados en el trabajo de campo, por estamentos, ya sea utilizando conclusiones de segundo o tercer nivel.

Además, Valencia M. (2000), propone cuatro tipos de triangulación:

1. Triangulación de datos con tres subtipos: tiempo, espacio y persona (el análisis de persona, a su vez, tiene tres niveles: agregado, interactivo y colectivo)
2. Triangulación de investigador que consiste en el uso de múltiples observadores, más que observadores singulares de un mismo objeto.
3. Triangulación teórica que consiste en el uso de múltiples perspectivas, más que de perspectivas singulares, en relación con el mismo set de objetos.
4. Triangulación metodológica que puede implicar triangulación de métodos y triangulación entre métodos.

Para esta investigación de carácter cualitativo se utilizó la triangulación metodológica, para analizar los respectivos instrumentos de recolección de datos, como: la observación directa, diagnostico, diario de campo, prueba de cierre, evidencias fílmicas y fotográficas. Por lo cual, el análisis y planteamiento de los resultados, deben ser evaluados desde el enfoque de este tipo de investigación. Además, estos instrumentos necesitaron un diseño enfocado en fortalecer el análisis vectorial basándose en la metodología ABP.

Categoría	Subcategoría	Descripción
V	Prueba diagnóstica V.1	Un gran porcentaje de estudiantes se abstuvo de contestar la prueba, lo cual denota una gran dificultad en análisis vectorial de manera general, a la vez se presentaron errores de sumar vectores como si fueran escalares, de multiplicar en lugar de producto punto producto cruz.
	Suma por el método gráfico V.2	Este método consiste en sumar por paralelogramo o por cabeza y cola, era de libre elección el escogido por los estudiantes al ser consultados en la web, se entiende el método sin embargo, los estudiantes prefieren elegir cabeza y cola, no hay claridad en el proceso, pues se necesita manejar regla y escalas apropiadas para poder adicionar de manera correcta, por lo cual, se les hizo un poco tediosa la operación.
	Suma por el método analítico V.3	Es el método en el cual los estudiantes poseen algunos presaberes, prefieren este método, al método gráfico, debido a que se necesitan menos implementos de trabajo, y que los errores accidentales son menores, algunos tienden a confundir de igual manera una suma vectorial con una suma escalar, se presentan dificultades al escoger el ángulo de cada vector, y así, descomponerlos o al identificar la dirección del vector. Sin embargo, se facilita más su comprensión
	Producto punto V.4.1	Este método de multiplicación, se dificulta, debido a la poca claridad al generar un escalar como resultante, además de confundir el ángulo entre los dos vectores, fue necesaria la intervención del docente para esclarecer conceptos.
	Producto cruz V.4.2	Aunque esta operación matemática es más compleja que la del producto punto, resulta más fácil para los estudiantes, se presentan dudas con los vectores en 2D y la matriz para vectores en 3D.

Tabla 4. Triangulación categoría análisis vectorial (V).

Categoría	Subcategoría	Análisis
Aprendizaje basado en problemas (A)	Introducción (A.1)	Al ser una nueva metodología de trabajo, resulta de interés para los estudiantes, que muestran motivación y alegría, al cambiar el monótono tablero, no presentan dudas, luego de leer el folleto introductorio
	Pasos A.2	Aunque los pasos a seguir se comprende gracias a la introducción, se presentan dificultades al realizar paso a paso, los estudiantes buscan llegar a la solución rápidamente, generando frustración, pues no lo hacen de una manera correcta, al retomar cada paso presentan dificultad en: definir el problema, pues no poseen comprensión lectora idónea; identificar lo que se sabe, ya que presentan más dudas que claridad en sus pre saberes; obtener información, aunque saben manejar internet, no buscan fuentes confiables para sus búsqueda académicas
	Situación problema A.3	Los diversos problemas en contexto, en su mayoría, para la realidad de los estudiantes resultan de interés, ya que no ven el conocimiento como algo ajeno y aburrido, sino cercano e interesante, lo cual despierta motivación para aprender.
Intervenciones (Int)	Registro Int. 1	Todas las evidencias de las diferentes intervenciones aplicadas, es decir, su análisis se encuentra en el diario de campo, y las evidencias fotográficas (anexo 9), las cuales evidencian el trabajo realizado en grupo, la ejecución de los diferentes pasos, para dar solución al problema.
	Socialización Int. 2	A cada grupo, conforme el ritmo de trabajo fue necesario la guía del tutor para aclarar dudas en todas las intervenciones, algunos más que otros, según sus presaberes, además, al final de cada cierre de las categorías de análisis vectorial (V), se realizó un refuerzo donde se sintetizó más importante.

Tabla 5. Triangulación categoría aprendizaje basado en problemas (A) e intervenciones (Int)

Capítulo 4. Análisis y resultados

4.1 Intervención 1: Diagnostico

El diagnóstico aplicado a 27 estudiantes de segundo semestre de ingenierías se encuentra en el anexo 1. Se dividió en 10 preguntas, donde se buscó abarcar las categorías presentadas con anterioridad, a través de diferentes procesos cognitivos como analizar, resolver, verificar conceptos e interpretar. A continuación, se presenta el análisis pregunta a pregunta:

Pregunta 1:

En esta pregunta, se buscó interpretar tanto gráficamente como analíticamente dos situaciones de suma de cantidades vectoriales, donde la mayoría de los estudiantes (63%) se abstuvieron en responder, algunos de ellos (38%) interpretaron y plantearon gráficamente la situación planteada, sin embargo, presentan dificultades al sumar analíticamente.

Pregunta 2:

Esta pregunta pretendió verificar los conceptos previos, a través de cuatro incisos de verdadero y falso, de los cuales: muy pocos (7%) no distinguieron ninguna de las características de un vector; algunos (22%) conocen las generalidades, sin embargo no diferencian con exactitud el plano de referencia y la representación de un vector; por otra parte, casi la mitad del salón (45%), diferencian con exactitud la las características de un vector y la perpendicularidad en el plano pero no con exactitud la "magnitud", y muy pocos (17%) distinguen con facilidad una magnitud vectorial con sus respectivas características. Casi ninguno (7%) se abstuvo de responder.

Pregunta 3:

Esta pregunta buscó verificar los conceptos previos que poseían al proponer ejemplos de magnitudes escalares y vectoriales. La gran mayoría (92%) de los estudiantes se abstuvieron de responder mostrando la poca claridad para diferenciar una magnitud de la otra, y muy pocos (7%) conocen y proponen magnitudes escalares y vectoriales.

Pregunta 4:

Esta pregunta se centró en la suma gráfica de dos cantidades vectoriales a escala, muy pocos estudiantes (14%) aplican la suma por el método de paralelogramo o cabeza y cola, sin embargo, presentan dificultad al asignar valores a escala. Casi ningún estudiante (3%) tiene claridad en aplicar el método gráfico y la gran mayoría (81%) no respondió.

Pregunta 5:

Esta pregunta buscó esclarecer conceptos acerca del vector resultante, formado por dos vectores con un ángulo de inclinación, muy pocos estudiantes (22%) reconocen y plantean la suma, pero poseen dificultad al generar una respuesta analíticamente; casi ninguno (3%) posee claridad al identificar el vector resultante y la gran mayoría (74%) estudiantes se abstuvieron de responder.

Pregunta 6:

Esta pregunta buscó identificar conceptos referentes a la resta vectorial, casi ningún estudiante (3%) mostró dominio y claridad de resta de dos magnitudes vectoriales y casi su totalidad (97%) se abstuvieron de contestar.

Pregunta 7:

Esta pregunta buscó analizar la suma y resta analítica de tres distintos vectores dados gráficamente, pocos estudiantes (11%) poseen dificultad al plantear la resta, confundiendo la suma vectorial con suma escalar, pero reconocen el concepto de “magnitud resultante”; casi ninguno (3%) posee claridad al generar el vector resultante, sin embargo, distingue con facilidad la suma y resta al ser dados gráficamente los vectores. La gran mayoría estudiantes (86%) se abstuvieron de contestar.

Pregunta 8:

Esta pregunta buscó identificar la comprensión del producto punto entre dos vectores dados de manera analítica, a pocos estudiantes (14%) se les dificulta distinguir entre multiplicación

con producto punto y la suma de vectores, otra gran minoría (11%) no tienen conceptos claros al diferenciar la multiplicación mediante producto punto y producto cruz, casi ningún estudiante (3%) reconoce con facilidad el producto punto y la mayoría (62%) se abstuvieron de contestar.

Pregunta 9:

Esta pregunta buscó aplicar el producto punto en la obtención del ángulo entre dos vectores propuestos analíticamente; muy pocos estudiantes (7%) confunden el ángulo determinado por las direcciones de dos vectores con el ángulo formado por el vector resultante con el eje x y casi todos estudiantes (93%) se abstuvieron de contestar.

Pregunta 10:

Esta pregunta buscó identificar la multiplicación vectorial mediante producto cruz entre dos vectores dados analíticamente; muy pocos estudiantes (7%) presentan dificultad al distinguir producto cruz con suma analítica; otra gran minoría (11%) poseen claridad aplicar producto cruz a través de una matriz, sin embargo, presentan dificultad en identificar si es de 2×2 o 3×3 , debido a las componentes de los vectores en dos dimensiones, o al no tener claridad en su solución matemáticamente; muy pocos estudiantes (11%) tienen conceptos o argumentos claros del producto cruz y el producto punto, pues los confunde; y la mayoría (71%) se abstuvieron de contestar.

Se puede apreciar que la mayoría de los estudiantes se abstuvieron de contestar, al considerar que no poseían conocimientos previos de análisis vectorial, aunque, varios poseen conocimientos previos, muy pocos tienen claridad al argumentar y aplicar estos conocimientos previos de manera correcta.

4.2 Intervención 2:

4.2.1 Introducción al ABP

Al ser una nueva metodología de aprendizaje, fue necesaria introducirla antes de las demás intervenciones a los estudiantes, por lo cual, se desarrolló un folleto con la información fundamental del ABP, en que se basa, de donde surge, sus objetivos y sus pasos a seguir, planteadas en el anexo 2.

Los estudiantes mostraron interés al tener una nueva manera de aprender, primero se explicó la metodología de trabajo para las demás intervenciones, se dio una introducción, las generalidades, además de un espacio para leer el folleto, con posterior solución de dudas, donde la mayoría mostró entender nueva metodología, por lo cual, se formaron cuatro grupos de cinco integrantes, un grupo de cuatro integrantes y uno de tres, debido a la libertad de cada quien para escoger su equipo de trabajo.

4.2.2 Método gráfico

Una vez explicada la metodología de aprendizaje, se procede a entregar el primer problema de suma vectorial por método gráfico, y nuevamente los pasos para llegar a su solución por ABP, como se muestra en el anexo 3.

Una vez leído el problema, varios grupos querían llegar a la solución del problema rápidamente saltándose el paso a paso, lo que generó frustración al no llegar a una respuesta adecuada, otros comprendieron las indicaciones, sin embargo, les costó aplicar los pasos debido a la poca claridad en planear la lluvia de ideas o definiendo sus conocimientos previos con exactitud, por lo tanto, fue necesaria la intervención del tutor para retomar el paso a paso. Otro grupo no logró definir bien el problema, debido a los pasos a seguir la dificultad de separar información relevante y por tener una baja comprensión lectora.

Nuevamente, la ayuda del tutor fue fundamental para definir el problema, a través de preguntas implícitas, las cuales al ser contestadas en equipo generó una mayor claridad al respecto. Así, dos grupos llevaron la secuencia de la metodología de manera escrita por ellos mismos. Una vez definido el problema, planteados los conocimientos previos por parte de

la mayoría de los grupos, se presentó dificultad al buscar información en Internet, debido a la poca selectividad de fuentes confiables existentes en la nube, a la gran cantidad de fuentes de poca credibilidad existentes y, a su vez a la baja comprensión lectora por parte de los estudiantes, allí fue nuevamente el tutor o docente es fundamental para guiar este proceso. Cabe resaltar que un grupo de tres estudiantes en la primera intervención mostraron poco interés y dudaron en seguir los pasos.

Una vez la mayoría de pasos realizados, aproximadamente la mitad de los grupos dio solución al problema cumpliendo con el objetivo planteado, pero de manera diferente, a otros dos grupos les tomó más tiempo llegar a una respuesta, pero pudieron cumplirlo. A los grupos les tomó un poco más de una hora realizar el primer problema por esta nueva metodología, la mayoría de los grupos mostró interés y empatía, pero se presentó dificultad al trabajar en equipo debido a que no todos trabajan de igual manera, sin embargo, aquellos grupos, con algún miembro líder, optimizaron el tiempo, debido a la coordinación del trabajo individual, para luego complementarlo en una única solución.

4.3 Intervención 3: Método Analítico

Una vez esclarecida la suma grafica de vectores, se procede a comenzar la suma analítica de dos vectores, comenzando con una adición de dos vectores en la misma dirección involucrando ciencias sociales en el problema. Luego se procede a sumarlos, pero en dos direcciones (x y y), como se ilustra en el anexo 4.

Con el primer problema de esta intervención, los estudiantes mostraron un mejor dominio del ABP, algunos ya no escriben todos los pasos en hojas, en lugar, lo tratan de manera verbal con el equipo de trabajo. Al llegar dos estudiantes que no asistieron a la intervención anterior, el grupo de tres logra trabajar mejor, haciendo el empalme con la metodología a trabajar. Se presentó dificultad en varios grupos, compartir los conocimientos, se hizo necesaria la intervención del tutor, para recordarles la importancia del trabajo en equipo, y nuevamente en extraer del problema solo la información relevante.

Al desarrollar el segundo problema, todos los grupos mostraron una mayor fluidez y rapidez para resolver la situación planteada y buscar información, pero varios confundieron la suma de escalares con la vectorial, fue necesaria la intervención del docente, no tan oportuna

debido a que la mayoría requería asesoría al mismo tiempo, para que unos no terminaran primero que otros, lo cual, es una barrera al trabajar esta metodología con grupos grandes, sin embargo, el tiempo de espera de unos grupos a otros fue corto.

4.4 Intervención 4: Método analítico

Para esta intervención, los estudiantes llegaron con buena disposición a trabajar, el primer problema presenta un video donde se busca realizar una resta vectorial y, el otro problema presenta mayor complejidad al sumar vectores con componentes (ver anexo 4), recordando siempre, que son casos aplicados de la vida real.

El primer problema de la intervención al ser una anti suma, logra ser realizado con facilidad y rapidez, en media hora aproximadamente, pero el segundo problema al ser más complejo que todos los realizados les tomó una hora, identifican el problema con claridad, pero al investigar información se dificulta la manera de descomponer los distintos ángulos. Se sigue presentando un poco el individualismo a la hora de trabajar, de estudiantes en el proceso de aprendizaje, además, se evidencia que aquellos estudiantes con conocimientos previos del tema tienden a liderar su equipo de trabajo, ya que, poseen un poco más de claridad al descomponer los ángulos y sumar analíticamente.

4.5 Intervención 5: Multiplicación de vectores

Una vez terminadas las intervenciones de suma vectorial, se les pidió hacer un resumen teórico, donde a varios grupos presentaron dificultad, en su lugar hicieron una consulta larga, y se sintetizó todo lo trabajado en un mapa conceptual en el tablero, este proceso fue fundamental, para resolver dudas y mostrar las ideas principales del tema visto.

Esta última intervención busca explicar otra operación vectorial: la multiplicación, para ello se partió inicialmente de un problema basado en el producto punto, y luego, se dilucidó el producto cruz (ver anexo 5).

Se observó un buen trabajo en equipo por parte de la mayoría, un grupo se sienta en mesa redonda donde todos al sentirse incluidos aportan y ríen, lo cual hace un trabajo idóneo y eficiente, en otro grupo, el líder opta por ser quien ejecute los cálculos y los demás consultan

y rectifican, sintetizando lo aprendido al solucionar el ejercicio, a su vez, otro grupo opta por el trabajo individual de cada uno de sus integrantes y al final entre todos dar sus aportes. Los grupos que presentan mayor dificultad fueron aquellos donde solo dos de sus integrantes trabajaron y estos les dieron la espalda a los demás integrantes, o aquellos que solo utilizaron un computador para consultar, pues, aunque siguen los pasos esperan todos, que un integrante realice el paso uno, luego esperan a que otro haga el siguiente, etc. Algunos grupos al ver terminar a los otros, sienten frustración y piden asesoría a los demás, sin embargo, optimizan el tiempo y logran lo cometido.

4.6 Intervención 6: Evaluación

La evaluación se realizó mediante 3 ejercicios basados en el ABP, que abarcaron todo lo relacionado al análisis vectorial (ver anexo 6), el primer punto en su inciso a., buscaba realizar una suma de cantidades vectoriales por componentes, en el inciso b. se buscó la aplicación del producto punto en el teorema del trabajo. Seguidamente, el segundo punto buscó evaluar los conocimientos acerca de suma por método gráfico y en última instancia, el producto cruz como aplicación para encontrar el área de un paralelogramo.

Se muestran primero los resultados de pregunta a pregunta, para un total de 27 estudiantes con su calificación y, luego las conclusiones generales comparadas con el diagnóstico en la intervención 1.

Pregunta 1.a.

Esta pregunta buscó medir los conocimientos acerca de la suma vectorial, cuando se tenían tres vectores con ángulos, en diferentes direcciones cada uno, donde se puede concluir que: las diversas dificultades al generar solución al problema fueron: pocos estudiantes (14%), lograron descomponer de manera acertada los diferentes vectores, pero se equivocaron sumando o colocando signos, muy pocos (11%) confundieron la suma vectorial con la suma escalar, o aplicaron solo el teorema de Pitágoras, casi ninguno (3%) tenía una idea vaga y poca precisa de como sumarlos. Por otra parte, casi la mitad de los estudiantes (48%) conocen la manera idónea de sumar vectores por el método analítico, tienen claridad en descomponer, sin embargo, analizan mal el ángulo apropiado de cada vector. Además, se

evidencia que algunos (24%) logran encontrar el vector resultante con claridad y facilidad sin cometer errores de ningún tipo.

Pregunta 1.b.

Esta pregunta buscó a partir del vector resultante generado en el inciso a. aplicar el producto punto como un trabajo efectuado, donde las evaluaciones mostraron que: pocos estudiantes (14%) confunde el producto punto con producto cruz, muy pocos (7%) tienen el concepto claro pero erran en la operación matemática, algunos de ellos (25%) tienen el concepto claro, pero ningún conocimiento en cómo aplicarlo, casi la mitad (40%) se abstuvo de contestar y solo el 7% lograron hacerlo con claridad.

Pregunta 2.

Esta pregunta buscaba medir de alguna manera la comprensión sobre la suma por método gráfico, donde pocos (11%) no tenían claridad de como sumarlos, ya sea por su comprensión lectora o deduciendo que se podían sumar como vectores, algunos (15%) prefirieron realizar la suma por el método analítico, resaltando el problema de un estudiante daltónico al no ver con claridad los números pues venían sobre verde, muy pocos tenían conocimientos claros de como sumar, tomaron mal la escala (7%) y, algunos (15%) lograron resolverlo con claridad. Cabe resaltar que casi la mitad se abstuvo de solucionar este problema (40%).

Pregunta 3:

Esta pregunta tenía la finalidad de evaluar los conocimientos acerca del producto cruz entre dos vectores como aplicación para generar el área de un paralelogramo, donde se evidenció que: pocos estudiantes (14%) se abstuvieron de contestar o poseían una idea difusa del tema, además, otra dificultad común encontrada para algunos (25%) fue confundir el producto cruz, con la suma o con el producto punto, otros (18%) poseen el conocimiento claro de cómo resolver el problema, pero plantean mal la matriz o su resultado, y un número considerable (33%) identificaron con claridad el problema y lo resolvieron de manera precisa.

Esta evaluación buscó evaluar o medir los cuatro ámbitos propuestos en categorización asignando una nota para: método gráfico, método analítico, producto punto y producto cruz, a cada estudiante de manera individual, luego promediarlos para dar una nota general, y así, cuantificar y resumir de alguna manera los conocimientos adquiridos para la unidad del análisis vectorial, como lo muestra la siguiente tabla de manera general, para los 27 estudiantes participantes de la investigación, donde aprobados fueron aquellos quien obtuvieron una calificación igual o mayor a 3.0 y, reprobados aquellos quienes obtuvieron una nota menor a 3.0:

Categorización	Cantidad de estudiantes Aprobados	Cantidad de estudiantes Reprobados
<i>Método gráfico</i>	5	22
<i>Método analítico</i>	25	2
<i>Producto Punto</i>	12	13
<i>Producto Cruz</i>	15	12
<i>Total</i>	12	15

Tabla 6. Síntesis de la evaluación aplicada de análisis vectorial basada en la metodología ABP

4.7 Discusión de resultados

La presente investigación tuvo como objetivo general, desarrollar una guía fundamentada a través del aprendizaje basado en problemas (ABP) para el incremento del aprendizaje en análisis vectorial de los estudiantes de física básica I(mecánica) de segundo semestre de la Universidad de Pamplona e implementarla y evaluar su efectividad.

Se presentaron a la vez, las siguientes limitantes: la estrategia de aprendizaje fue aplicada en intervenciones en 1 solo grupo de 27 estudiantes, de los 13 grupos existentes, donde el horario de dicho grupo era de 6 a 8 pm, por lo cual, los estudiantes evidenciaban cansancio y hambre, generando de cierta dificultad en el aprendizaje, por lo que podríamos estar sobreestimando el aprendizaje de los otros grupos en distintos horarios; otra dificultad, fue el tiempo estimado para aplicar la estrategia, debido a que el contenido programático de la asignatura contemplaba 8 horas en total para análisis vectorial, sin embargo, se necesitaron 10 horas

aproximadamente, por lo cual, si algún tema necesitaba un mayor refuerzo, no se podría abordar con mayor tiempo de lo estimado.

Aunque en el ABP se trabaja para pequeños grupos, es decir, con 4 o 5 personas, también puede aplicarse en grupos grandes, “los resultados en su conjunto nos muestran que el procedimiento ABP aplicado en las condiciones expuestas ha logrado una mejora significativa y estable en el rendimiento e implicación de los alumnos.” (Moreno & Martinez), por lo cual al haber sido aplicado en un grupo de 27 estudiantes, fue un reto abrumador al comienzo, pero finalmente se realizó.

Una vez realizada la prueba diagnóstica, donde la mayoría de estudiantes se abstuvieron de contestar la gran mayoría de preguntas y, donde muy pocos tienen conocimientos previos claros, se cree que lo anteriormente adquirido en el colegio fue poco significativo, y se comprenden muy poco las operaciones entre vectores.

Una vez realizada la evaluación para “medir” los conocimientos acerca del análisis vectorial, unidad enfatizada en cuatro temas: método gráfico, método analítico, producto punto y producto cruz, Se obtuvo de manera individual una calificación para cada uno, como lo ilustra el siguiente diagrama de barras:

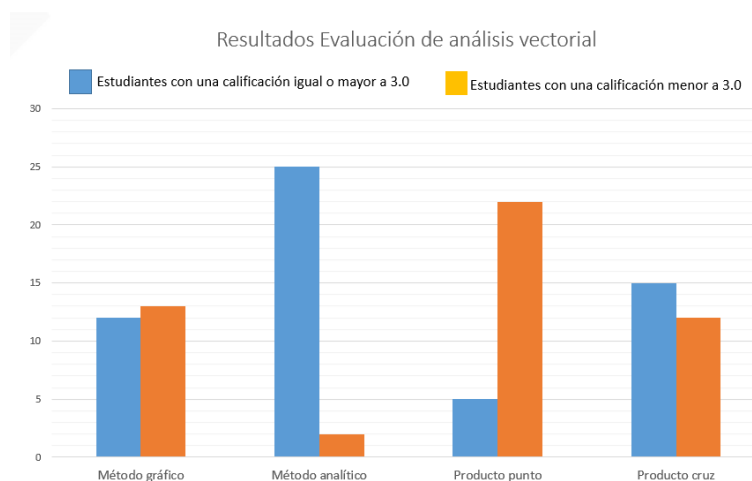


Figura 14. resultados evaluación análisis vectorial

Como se puede apreciar para método gráfico, el 44% de los estudiantes lo que representa 12 de 27 respondieron correctamente, por lo que se cree que, aunque se poseen generalidades

del tema, su aplicación no resulta del todo clara y precisa para los estudiantes, además para su implementación, es necesario poseer regla y transportador, sin estos implementos no se puede tener exactitud para sumar vectores, por lo cual, se generan errores notorios al resolver un problema.

Para el método analítico se obtuvo una aprobación del 93% lo que representa 25 de 27 en los estudiantes, por lo cual, se puede asegurar que el método de aprendizaje basado en problemas, es efectivo para que los estudiantes aprendan a sumar vectores de manera analítica, además, se piensa que el número de problemas que resuelven los estudiantes está relacionado con la comprensión del tema, ya que, para este tema se aplicaron cuatro problemas diferentes, mientras que para método gráfico, producto punto y cruz, se aplicó solo un problema por cada tema, lo cual resulta ser un hallazgo inesperado.

Por otra parte, para el producto punto el 19% de los estudiantes, lo que representa a 5 de 27, respondió correctamente. En esta parte de la evaluación se logra evidenciar la dificultad para analizar y desarrollar el problema de manera correcta, mientras que para producto punto, el 55% lo que representa a 15 de 27 que respondieron correctamente, es decir, identifican correctamente la operación vectorial en un problema de aplicación.

Se promediaron las evaluaciones de cada uno de los cuatro aspectos del análisis vectorial en una sola general para cada estudiante, y así se obtuvo en el siguiente diagrama de torta:

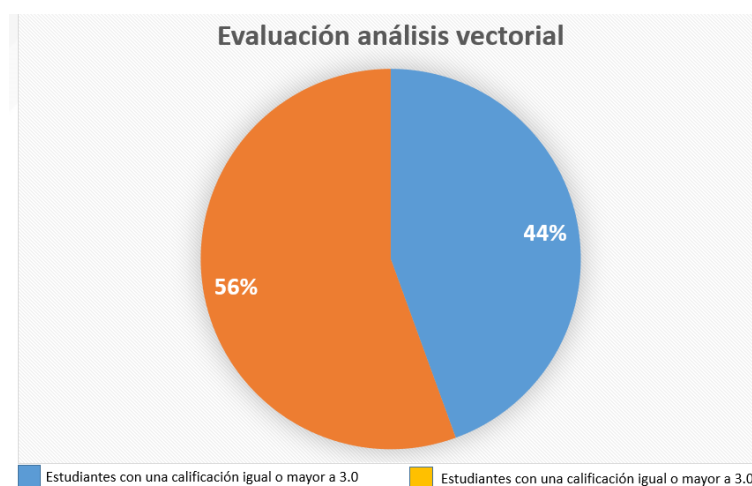


Figura 15. Evaluación final análisis vectorial

De manera general se evidencia que el 44% aprobó la evaluación del análisis vectorial por ABP, lo que representa a 12 de 27 estudiantes, por lo que se deduce, que el funcionamiento óptimo de esta metodología, depende de la cantidad de problemas que logren desarrollar los estudiantes, para el método analítico fueron cuatro problemas donde aprobaron 93%, para el producto cruz se desarrolló solo un problema, donde la evaluación fue aprobada por el 55%, el porcentaje de aprobación fue menos de la mitad para producto punto y el método gráfico, lo cual soporta lo dicho.

El ABP es una metodología que resulta ser emocionante para los estudiantes, al quitar el papel pasivo en su proceso de aprendizaje, de cierta manera es más significativo, implica una manera más idónea de llegar a conocer y aplicar lo aprendido, sin embargo, exige un tiempo mayor en el proceso, pues el contenido programático debe reestructurarse, ya que está diseñado para un método de enseñanza tradicional, además del número de problemas resueltos en el aula de clase, ya que según los resultados apuntan a desarrollar más diversos y distintos problemas, además de poseer internet y computadores necesarios para investigar por sí mismos.

Capítulo 5: Conclusiones

5.1 Conclusiones

Teniendo en cuenta el objetivo general de esta investigación: desarrollar una guía fundamentada a través del aprendizaje basado en problemas (ABP), para el incremento del aprendizaje en análisis vectorial a los estudiantes de física básica I (mecánica) de segundo semestre de la Universidad de Pamplona, surgieron las siguientes conclusiones y recomendaciones:

Con el diagnóstico se caracterizaron los presaberes y saberes acerca del estado del conocimiento de análisis vectorial, es decir, las operaciones realizadas con vectores: suma gráfica, suma analítica, resta, producto punto y producto cruz, se pudo corroborar que la mayoría de los participantes poseen dificultad o desconocen el tema de manera general, a su vez de confundir la suma vectorial con la suma escalar y la multiplicación de producto punto con la del producto cruz, lo cual, sirvió de guía para diseñar las guías didácticas.

La motivación generada mediante problemas aplicados de la vida real donde los mismos estudiantes se involucran, logró en ellos, al aplicar la estrategia del ABP, procedimientos organizados, mayor claridad en la suma vectorial. Sin embargo, no todos los participantes mostraron mejoría en su proceso de aprendizaje.

Los resultados de la evaluación o actividad de cierre a través de la metodología del ABP, mostraron mejores desempeños académicos notoriamente para casi la totalidad de los estudiantes en suma analítica, donde se desarrollaron más problemas que en las otras categorías.

La implementación de la metodología del ABP generó autorregulación de los aprendizajes de los estudiantes participantes, evidenciando la importancia del trabajo en equipo, el liderazgo y la comunicación asertiva para realizar óptimamente las guías didácticas propuestas, así mismo, han desarrollado sus conocimientos gracias a la interpretación de los vectores.

5.2 Recomendaciones

El docente tiene un papel protagonista para guiar al estudiante a construir su propio aprendizaje, con el fin de crear un pensamiento crítico.

El aprendizaje del análisis vectorial en física I, se benefició en gran medida con situaciones problema contextualizadas, recalcando la importancia del conocimiento en los estudiantes, y a su vez, el número de problemas que desarrollan los estudiantes, pues se evidenció, que está relacionada con su buen desempeño académico. Para posteriores investigaciones que relacionen la estrategia ABP, se recomienda tener en cuenta el número de intervenciones a desarrollar y su tiempo estipulado, para así, realizar un mayor número de problemas, además de usar adecuadamente las Tics.

Cabe resaltar la dificultad y escases de conceptos básicos y previos de los estudiantes, para realizar las estrategias basadas en problemas y así desarrollar aprendizajes significativos.

Con el fin de obtener una buena calidad de conocimientos y no cantidad se recomienda replantear el contenido programático de esta asignatura.

Anexos

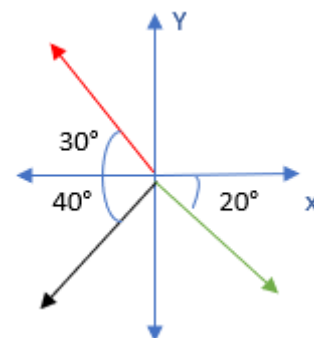
6.1 Anexo 1. Diagnostico

1. Represente gráficamente y analíticamente el vector velocidad resultante (interpreta)
 - a. de un atleta que cruza el río nadando hacia la otra orilla a 8m/s cuando el río corre con una velocidad perpendicular a él de 6m/s .
 - b. una golondrina que vuela horizontalmente a 6m/s mientras que el viento sopla a $2,5\text{m/s}$ formando un ángulo de 50° entre las dos velocidades.
2. Escribe falso o verdadero
 - Toda magnitud vectorial tiene magnitud y dirección _____
 - La magnitud de un vector representa la longitud de un vector _____
 - Dos vectores con la misma magnitud no necesariamente son iguales _____
 - Se considera que las componentes de un vector son mutuamente perpendiculares entre si _____
3. Escribir dos ejemplos cotidianos de magnitudes escalares y dos ejemplos de magnitudes vectoriales
4. Sume los siguientes vectores (vector negro y vector naranja)



5. Camilo jugando golfito, introduce la pelota en el hoyo en dos lanzamientos. El primero 2m al sur y el segundo 3.5m al sureste a 45° . ¿Qué magnitud y que dirección debe tener su lanzamiento para que camilo haga hoyo en un solo lanzamiento?
6. Un avión vuela a una velocidad de 800km/h . ¿Cómo cambiaría la velocidad del avión si el viento posee una velocidad de 65km/h a favor del mismo? ¿Cómo cambiaría si la velocidad del viento estuviera en contra? ¿Cómo las calcularía?

7. Los vectores: rojo= 10cm, negro=11cm y el verde= 9cm se ilustran a continuación. Calcule el vector resultante de sumar dichos vectores.
8. Calcular el producto punto entre los vectores $\vec{A} = 2\hat{i} + 3\hat{j}$ y $\vec{B} = -\hat{i} + 2\hat{j}$
9. ¿Cómo podría calcular el ángulo entre los dos vectores anteriores?
10. Dos vectores que se encuentran en el plano xy se conocen por las ecuaciones: $\vec{A} = 2\hat{i} + 3\hat{j}$ y $\vec{B} = -\hat{i} + 2\hat{j}$. Encuentre $\vec{A} \times \vec{B}$.



6.2 Anexo 2. Folleto

El ABP lleva una serie de pasos o fases según la Universidad de Maastricht (Moust, Bouhuijs y Schmidt, 2007; Schmidt, 1983) y explicados posteriormente

- 1 •Aclarar los conceptos y términos
- 2 •Definir el problema
- 3 •Hacer una lista con aquello que se conoce del problema
- 4 •organizar y realizar un resumen de las ideas
- 5 •Hacer una lista de lo que NO se conoce
- 6 •Obtener información
- 7 •Presentar resultados

Paso 1: Leer y analizar el escenario del problema: todos aquellos términos técnicos o con definición baja por parte de los estudiantes deben estar claros de manera que todo el grupo comparta su significado.

Paso 2: Definir el problema: identificar toda la información del problema en equipo

Paso 3: hacer una lista con aquello que se conoce del problema: En esta fase los estudiantes deben aportar todas las ideas que posean del problema, formular todo aquello que se le venga a la cabeza, es más la cantidad de ideas que su veracidad ya que usualmente los estudiantes poseen teorías o hipótesis de las causas del problema. Estas deben ser justificadas para a si ser aceptadas o rechazadas según avance la investigación

Paso 4: organizar y realizar un resumen de las ideas: una vez la cantidad de ideas planteadas, el grupo debe sistematizarlas y organizarlas según la relación que existan entre ellas

Paso 5: hacer una lista de lo que se desconoce: los estudiantes deben decidir que aspectos del problema deben ser consultados y comprendidos mejor para el siguiente paso

Paso 6: obtener información: según lo concordado con el profesor se busca la información faltante repartiéndose en el grupo diversas tareas o consultando todos por igual

Paso 7: presentar resultados: se da a conocer la información, sintetizando, debatiendo y extrayendo conclusiones pertinentes para el problema

Bibliografía

Aprendizaje basado en problemas: El método ABP-Educrea

Aprendizaje basado en problemas-Innovación educativa UPM

Fortalecimiento del proceso aprendizaje de las magnitudes escalares fundamentales longitud, tiempo y masa en el ABB- Alfredo Marique

Aprendizaje basado en problemas (ABP)

Es una metodología que plantea una serie de problemas (que requieren explicación) en un lenguaje sencillo y poco técnico presentados a pequeños grupos de estudiantes. La tarea del grupo de estudiantes es discutir estos problemas, dar una explicación con la guía y apoyo del profesor.

“Es 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 (1986)

El ABP nace en la Universidad de MacMester en Canadá en la década de los sesenta, luego se adopta en Europa en la Universidad de Maastricht. Surge como necesidad de mejorar la enseñanza de la medicina, cambiando de exponer temas por parte del docente a exponer problemas de la vida real, donde distintas áreas del conocimiento se ponen en juego.

Objetivos del ABP

desarrollar integralmente a los estudiantes y adquirir conocimientos propios de la carrera estudiada además de actitudes y habilidades.

A su vez se pueden señalar los siguientes objetivos:

- Promover al estudiante la responsabilidad en su autoaprendizaje
- Desarrollar un conocimiento profundo y flexible
- Desarrollar habilidades para la evaluación crítica y adquisición de conocimientos de por vida
- Desarrollar habilidades para las relaciones interpersonales
- Motivar al estudiante a tomar un problema con iniciativa y entusiasmo
- Desarrollar razonamiento eficaz
- Estimular el sentido de colaboración en equipo como base para alcanzar una meta común

Características del ABP

- Metodología centrada en el estudiante y en su aprendizaje, a través del trabajo autónomo en equipo para alcanzar un objetivo en un tiempo previsto
- Trabajar en grupos pequeños (cinco a ocho), lo que favorece a conllevar los posibles conflictos entre ellos y tomar con responsabilidad con sus propios aprendizajes y con sus compañeros al realizar la tarea propuesta.
- Permite relacionar diferentes disciplinas o materias, ya que al solucionar un problema los estudiantes recurren a distintas asignaturas, tomando así el conocimiento como un "todo"

Segun Duch las características que deben reunir son

- Despertar el interés y motivación
- El problema debe estar relacionado con algún objetivo de aprendizaje
- Debe reflejar situaciones de la vida real
- Los problemas deben llevar a los estudiantes a tomar decisiones basadas en hechos
- Deben justificarse los juicios emitidos
- Deben permitir hacer preguntas abiertas, ligadas a un aprendizaje previo y ser tema de controversia
- Debe motivar a la búsqueda independiente de información

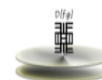
Profesor/Estudiante

profesor	Estudiante
da protagonismo al estudiante	Responsable de su aprendizaje
Consiente de los logros alcanzados por los estudiantes	Trabajar en grupo solucionando los conflictos que surjan
Papel de guía y tutor y para cuando los estudiantes lo requieran brindando información	Actitud receptiva en el intercambio de ideas con los compañeros
Papel principal es de brindar a los estudiantes diversas oportunidades de aprendizaje	Compartir información y aprender de los demás
Ayuda a los estudiantes a pensar críticamente, haciendo reflexiones y formulando cuestionamientos	Ser autónomos en el aprendizaje, buscar información y compartirla con sus demás compañeros, pedir ayuda y orientación cuando se necesite
Realizar secciones de tutoría con sus alumnos	Disponer de estrategias necesarias para evaluar los pasos que lleva a cabo en su aprendizaje

6.3 Anexo 3. Suma gráfica



Departamento de Física y Geología
Universidad de Pamplona
Curso: mecánica



Nombre: _____

Objetivo: determinar a través de un problema la adición gráfica de magnitudes vectoriales
Lea detenidamente el enunciado, analice la situación y resuelva lo planteado al final del mismo

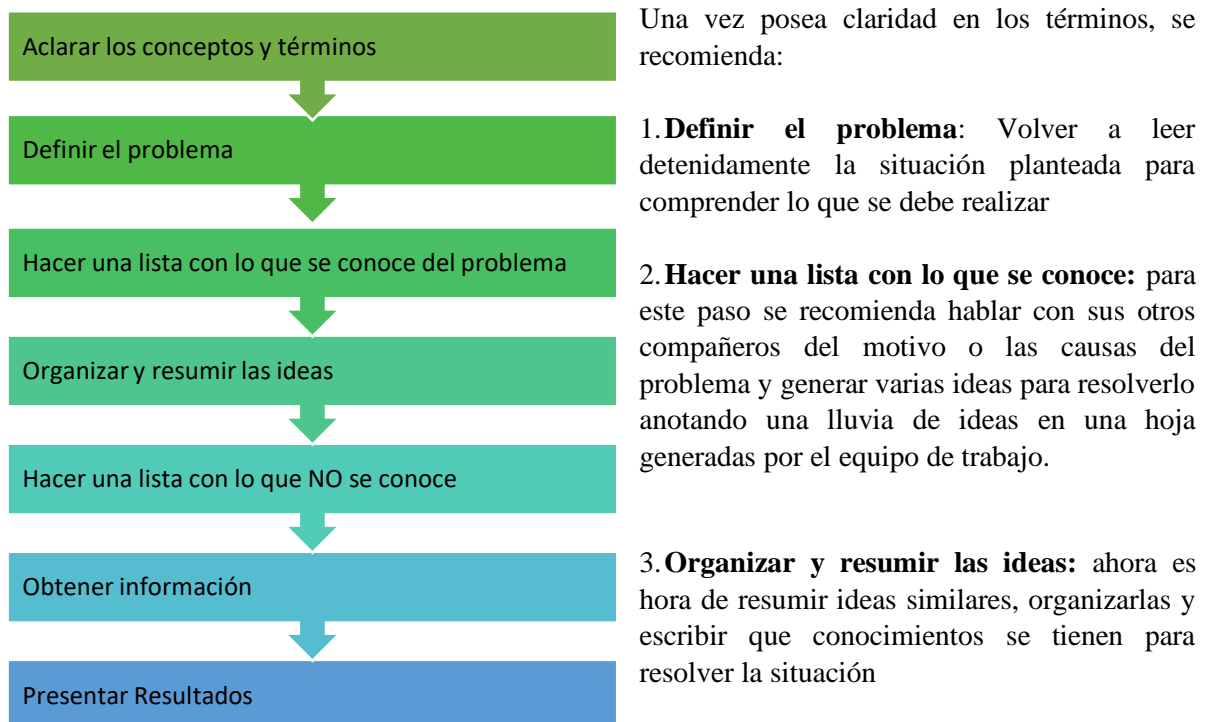
Usted con su grupo de compañeros de mecánica se encuentran en la puerta de la casona (ver puntero rojo), sede de la Universidad de Pamplona, cuando un estudiante perdido, al parecer de primer semestre, se les acerca y dice:
-buenas tardes, que pena molestarlos, es que tengo clase en el Rosario y necesito saber que tan lejos está para ver si alcanzo a hacer otra vuelta primero.

¿Qué le dirían al estudiante para darle la información lo más precisa posible?



Tomado de Google Maps

Se recomienda realizar los siguientes pasos para contribuir a la solución de la situación presentada



6.4 Anexo 4 Suma analítica



Departamento de Física y Geología
Universidad de Pamplona
Curso: Mecánica



Nombre: _____

Objetivo: profundizar la suma analítica de magnitudes vectoriales a través de un problema
Lea detenidamente el enunciado, analice la situación y resuelva lo planteado al final del mismo

El ayer y hoy de una leyenda, Kapax

Alberto Lesmes Rojas perdió su nombre de pila para empezar a ser reconocido en el país como Kapax, el primer colombiano en asumir la conservación de la naturaleza, el medio ambiente y los ríos.

El 29 de junio de 1976, se lanzó al río Magdalena, desde el monumento a *La Gaitana* en Neiva, en una travesía de 1.500 kilómetros a nado que lo llevó hasta el *Puente Pumarejo* en Barranquilla, donde fue recibido por una multitud de 30.000 personas.

Con 28 años de edad, cumplió el recorrido en pantaloneta, cuchillo al cinto y collares de hilo al cuello, empujado por sus piernas y brazadas que le servían de aletas, animado por millones de personas que seguían día a día su aventura en los medios de comunicación que acompañaban la expedición y odisea. Fue una especie de reality show de la época, pero con un mensaje positivo, que sirvió para denunciar la situación ecológica, social y cultural en que estaba la cuenca del que en otros tiempos fue la principal vía fluvial entre el interior del país y la Costa Atlántica

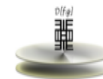
“El agua es la gran fuente de la vida, un río sano es el mejor amigo. Quien ama al río, lo protege”, decía el Tarzán Colombiano. Y proteger significaba luchar contra la depredación de la pesca, la tala indiscriminada de bosques, la contaminación.

Tomado de Lanacion.com/la noticiaindependiente

La tarea de su equipo será complementar más este artículo, colocando algunos otros datos de relevancia como: la velocidad que pudo tener Kapax, considerándolo como un nadador promedio, la velocidad del río Magdalena y la velocidad relativa de Kapax desplazándose en el río Magdalena.



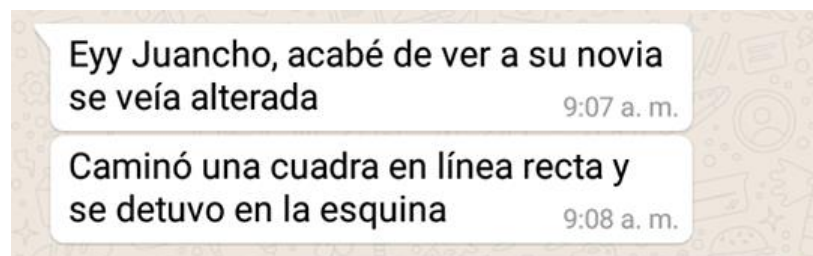
Departamento de Física y Geología
Universidad de Pamplona
Curso: Mecánica



Nombre: _____

Objetivo: profundizar en la suma analítica de magnitudes vectoriales a través de un problema
Lea detenidamente el enunciado, analice la situación y resuelva lo planteado al final del mismo

Juancho acaba de pelear con su novia, la cual se indigna y se va caminando dos cuadras en línea recta hasta llegar a un parque, luego Juancho ve que ella cruza a la derecha y la pierde de vista, dudando en ir tras ella o irse para la casa de él, recibe un WhatsApp de un amigo suyo:



Juancho medita en ir, ya que días anteriores en un torneo se lastimó su tobillo y posee un esguince, pero desea hablar con su novia. ¿Cuál será el desplazamiento que debe realizar él para llegar a donde está su amada?



Departamento de Física y Geología
Universidad de Pamplona
Curso: Mecánica



Nombre: _____

Objetivo: profundizar en la operación resta analítica de magnitudes vectoriales a través de un problema.

Lea detenidamente el enunciado, analice la situación, observe el video según las indicaciones de la docente y resuelva lo planteado al final del mismo.

Todos alguna vez hemos entrado en un centro comercial. Las escaleras eléctricas son una gran herramienta, estas se pueden desplazar unos 0,5 m por segundo y trasladar entre 3500 y 13500 personas a la hora, en función del ancho del escalón. El siguiente video de YouTube muestra a un hombre caminando por una de ellas:

Título: *Hombre tratando de bajar escalera mecánica en sentido contrario (0.28sg)*

Enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=rBYrseesI10>

Contestar las siguientes preguntas:

- ¿Qué ocurre aquí?
- ¿Por qué no logra el señor avanzar?
- Observe la situación, ¿Qué hizo el señor para avanzar? Describirlo en términos físicos.



Departamento de Física y Geología
Universidad de Pamplona
Curso: Mecánica

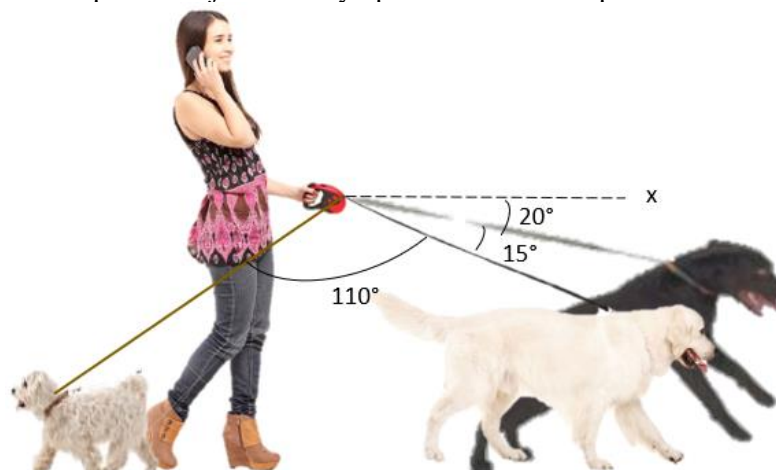
Nombre: _____



Objetivo: profundizar la suma analítica de magnitudes vectoriales a través de un problema
Lea detenidamente el enunciado, analice la situación y resuelva lo planteado al final del mismo

3 perros que se pasean

Evelyn es paseadora de perros en sus tiempos libres, para ayudarse en sus gastos diarios. Un día que no tenía pensado salir, la llaman para pasear a tres perros, bruno un perro negro, luna una labradora blanca y tita una perrita pequeña. Una vez los recoge y se dispone a su caminata, la llama una de sus amigas, mientras hablan, bruno y luna ven un gato pasar y ejercen una fuerza de 30N y 20N respectivamente mientras tita distraída intenta caminar en sentido contrario ejerciendo una fuerza de 5N. ¿Cuál será la fuerza que debe ejercer Evelyn para mantener el equilibrio?

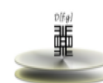


6.5 Anexo 5. Multiplicación vectorial



Departamento de Física y Geología
Universidad de Pamplona
Curso: Mecánica

Nombre: _____



Objetivo: profundizar en la operación producto punto de magnitudes vectoriales a través de un problema.

Lea detenidamente el enunciado, analice la situación, observe el video según las indicaciones de la docente y resuelva lo planteado al final del mismo.

Para poder mover una caja sin tener que estar agachado, Andrés le ata una cuerda, y hala de ella (ver la figura). Si desea desplazarla 3[m] en dirección oeste, aplicándole una fuerza de $-112\hat{i} + 89\hat{j}$ [N]. ¿Cuál será el trabajo que realiza para cumplir su cometido? Además, El ángulo formado entre el vector desplazamiento y el vector fuerza es primordial, pues si es menor a 45° , realizará un mayor trabajo en esa dirección, por lo que Andrés se cansará menos y optimizará su fuerza muscular para lograr mover la caja. ¿Cuál será el ángulo que se forma entre el vector desplazamiento y el vector fuerza? ¿Estará Andrés trabajando entonces de manera que aplique las leyes de la física a su favor? Sustente su respuesta.



Imagen tomada de: Freepikcompany



Departamento de Física y Geología
Universidad de Pamplona
Curso: Mecánica



Objetivo: profundizar en la operación producto cruz de magnitudes vectoriales a través de un problema.

Lea detenidamente el enunciado, analice la situación, observe el video según las indicaciones de la docente y resuelva lo planteado al final del mismo.

En una nueva empresa llegan unos contenedores de basura con diseños innovadores que llaman la atención del usuario para fomentar la separación de desechos y el reciclaje. Se solicita a la empresa que disponga de un lugar en forma de paralelogramo para ubicar sobre ella un nuevo contenedor grande, cuyas dimensiones son: de largo $\vec{L}(m) = 2\hat{i} + 3\hat{j} + \hat{k}$ y de ancho $\vec{A}(m) = \hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k}$. La tarea de su equipo será calcular esta área en metros. Además, si se desea sustituir el contenedor anterior por dos contenedores más pequeños de forma triangular, ¿Cuál sería el área de los nuevos contenedores?



Imagen tomada de Depositphotos

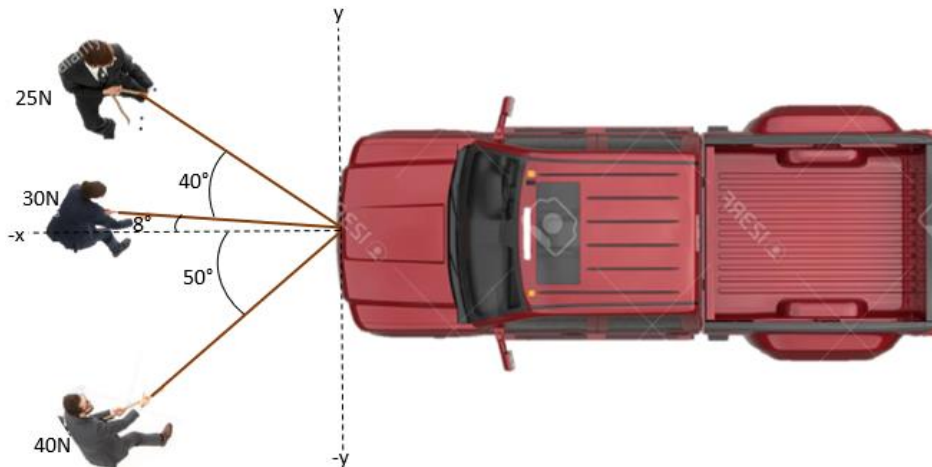
6.6 Anexo 6. Evaluación



Departamento de Física y Geología
Universidad de Pamplona
Quiz Vectores 2019



1. Tres amigos planean una excursión a la laguna de Cacota, la camioneta en la que se transportaban se atascó a mitad de camino debido a un deslizamiento, para continuar el camino atan 3 cuerdas a la camioneta como lo ilustra la Figura 1, cada uno aplica una fuerza a un ángulo determinado.
- ¿Cuál será el valor de la fuerza resultante aplicada por los tres?
 - Si lograron mover la camioneta 0.5m hacia adelante, ¿Cuál fue el trabajo neto realizado?



2. Camilo se encuentra jugando golf, como es principiante realiza tres lanzamientos como se puede ilustrar a continuación. ¿Cuál es la trayectoria más corta para hacer hoyo en uno?



3. Corel Draw es un programa que permite cortar con láser, las coordenadas para cortar un paralelogramo son: $\vec{L}(m) = 10\hat{i} + 3\hat{j}$ y $\vec{A}(m) = 10\hat{i} + 9\hat{j}$. ¿Cuál debe ser del área mínima que debo disponer para que la impresora pueda cortar dicho paralelogramo?

6.7 Anexo 7 Diario de campo

Fragmento solo de la primera intervención.

Fecha: 6 de mayo del 2019

Grupo: Mecánica K

Rol de los estudiantes:

Los estudiantes mostraron interés al tener una nueva manera de aprender, se hicieron 4 grupos de 5, uno de 4 y uno de tres. Al principio les costó entender lo que debían hacer y les costaba pedir asesoría del docente, un grupo pretendía llegar a la respuesta de una vez, otros no tenían claridad en la lluvia de ideas o definiendo lo que sabían. Con mi ayuda pudieron realizar paso a paso con calma. 4 de los 6 grupos no definió bien el problema, les cuesta tener claridad en información relevante y lo que quiere decir el texto. Por otra parte, con preguntas implícitas llegaron a definir bien el problema, dos grupos llevaron la secuencia escribiéndola en una respectiva hoja, la mayoría de grupos trabajó bien juntos, el grupo de 3 integrantes divagó y no presentaba interés.

Les cuesta entre todos buscar información, entenderla y cuestionarla, aunque saben usar Google, muchas de las fuentes son incompletas o poco útiles. No leen a veces con comprensión lectora. Se recalca lo fundamental del papel docente a la hora de guiar tanto en los planteamientos de hipótesis como en la búsqueda de información. Una vez agarrado el hilo, la mitad de los grupos dio solución al problema mas no de igual manera, pero cumpliendo con el objetivo, dos grupos consultaron y les faltaba solo la conclusión de lo que se pedía. Se les notaba el interés y la empatía hacia entender y plantearse lo que poseían con sus conocimientos previos a la mayoría. Les llevó aproximadamente una hora en realizar el problema, la mayoría trabajo, aunque a muchos les cuesta trabajar todos juntos, suelen trabajar de a dos o tres, o hace falta un líder que coordine.

Rol del docente

Al principio se logró romper el hielo, lograr empatía y atención. No se explicó con tanta claridad los pasos de la metodología del ABP, por algo de nervios y sentir el tiempo justo. Trabajar fue espectacular, ser tutora de los estudiantes gasta casi toda la clase, pero se hizo con respeto y guiándolos progresivamente, faltó recordarles que hay que sintetizar al final la información.

Compromisos: Aquellos que no comprendieron ni terminaron del todo el problema, traerlo resuelto para la próxima clase.

6.8 Anexo 8: evidencia fotográfica



6.9 Anexo 9. Consentimientos

- Barrows, H. (1987). The clinical reasoning process. *Journal of Philosophy of Education*.
- Cepeda, A. M. (2017). *Fortalecimiento del proceso de aprendizaje de las magnitudes escalares fundamentales como longitud, tiempo y masa en el marco de la metodología de aprendizaje basado en problemas(ABP) en estudiantes de undecimo grado del instituto tecnico municipal patios*. Bucaramanga: UNAB.
- Flores Flores, J., Avila Avila, J., Rojas Jara, C., Saez Gonzáles, F., Acosta Trujillo, R., & Claudio Díaz, L. (2017). *Estrategias didácticas para el aprendizaje significativo en contextos universitarios*. Concepción.
- Gutierrez Avila, J., De la puente Alarcón, G., Martinez Gonzalez, A., & Piña garza, E. (2013). *Aprendizaje Basado en Problemas un camino para aprender*. Mexico.
- Gutierrez, E., & Martin, J. (2015). Dificultades en el aprendizaje de vectores, en los estudiantes que cursan materias del ciclo introductorio de la F.C.E.F. y N. de la U.N.C. *Revista de enseñanza de Física*, 89-96.
- Herrera Ruiz, Y. R., Velasco Mendoza, J. A., & Quiroga Molano, Y. M. (2016). *Estudio de la Caracterizacion de la Universidad de Pamplona*. Pamplona.
- Mervis, J. (2013). Transformation is possible if University Really Cares. *Science*, 292-293.
- Monroy Romero, F., & Orozco Segovia, S. (2017). Tecnicas de aprendizaje colaborativo en el laboratorio de bachillerato para el aprendizaje de cantidades físicas vectoriales. *American Journal of Science Education*.
- Moreno, R., & Martinez, R. (s.f.). Aplicación de la metodología docente de aprendizaje basado en problemas a grupos amplios de estudiantes. En *La metodología del aprendizaje basado en problemas* (pág. 156). Sevilla.
- Mushilihuddin, R., Nurafifah, & Irvan. (2018). The effectiveness of problem-based learning on students' problem solving ability in vector analysis course. *Journal of Physics*.
- Norman, G., & Schmidt, H. (1992). Bases psicológicas del aprendizaje basado en problemas: análisis de las evidencias. *Academic Medicine*.
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la investigación*.
- Serway, & Jewett. (2008). *Física para las ciencias e ingeniería Volumen 1*.
- Sevilla, J. G. (2008). *El aprendizaje basado en problemas en la enseñanza Universitaria*. España.
- Sulvara, J. G. (2015). *Propuesta didáctica basada en resolución de problemas para la enseñanza-aprendizaje de la cinemática y dinámica dirigida a estudiantes de grado decimo del colegio Tibabuyes*. Bogotá.