

**PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR UNA SISTEMATIZACIÓN PARA EL
MANEJO DE VECTORES APLICADO AL CONCEPTO DE CAMPO ELÉCTRICO
EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS EN LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
SECCIONAL TUNJA**

Preparado por:

ANA LIZ LÓPEZ RODRÍGUEZ



**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
CENTRO DE ESTUDIOS ENRIQUE LACORDAIRE
MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA
TUNJA, COLOMBIA**

2016

**PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR UNA SISTEMATIZACIÓN PARA EL
MANEJO DE VECTORES APLICADO AL CONCEPTO DE CAMPO ELÉCTRICO
EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS EN LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
SECCIONAL TUNJA**

Trabajo de grado para optar al título de MAGÍSTER EN PEDAGOGÍA

Preparado por:

ANA LIZ LÓPEZ RODRÍGUEZ

Dirigido por:

OSVALDO JESÚS ROJAS VELÁZQUEZ (Ph.D.)

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

CENTRO DE ESTUDIOS ENRIQUE LACORDAIRE

MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA

TUNJA, COLOMBIA

2016

Nota de aceptación

Jurado

Jurado

Tunja, 2016

DEDICATORIA

A Dios, por todas las bendiciones con las que me colma.

A las cuatro razones de mi vida:

A Lucho y Carly, mis adorados hijos, por ser el motor que me impulsa para seguir adelante

A Gonzalo, mi amado esposo, por ser mi fiel compañero y apoyo incondicional en este hermoso viaje por la vida

A Luis, mi maravilloso padre por haber sido siempre un ejemplo de vida para mí.

.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor, el Dr. Osvaldo Rojas Velázquez por su invaluable colaboración, por sus acertados consejos y recomendaciones y por su comprensión y apoyo en los momentos de dificultad para lograr este propósito.

A mi hermosa familia, que de una u otra manera me motivaron a comenzar este viaje a través del conocimiento y me ayudaron a llevarlo a feliz término

“La enseñanza ¿quién no lo sabe? es ante todo un obra de infinito amor”.

José Martí

RESUMEN

El concepto de campo eléctrico es fundamental en el proceso de enseñanza y aprendizaje de estudiantes que requieren interpretar y modelar diferentes fenómenos físicos de naturaleza eléctrica, pues es esencial para la descripción y análisis de todos los fenómenos eléctricos. En este trabajo se pretende desarrollar una propuesta para implementar una sistematización de experiencias pedagógicas para el manejo adecuado de cantidades vectoriales, específicamente el campo eléctrico, con los estudiantes que cursan la asignatura Física Eléctrica en los programas de ingeniería de la Universidad Santo Tomás, seccional Tunja. La implementación en la práctica propicia el aprendizaje del concepto de campo eléctrico, su relación con la fuerza eléctrica y con el potencial eléctrico, conocimientos indispensables para la formación científica y técnica de los futuros ingenieros, de manera que comprendan los fenómenos, específicamente los eléctricos y magnéticos, y los principios en los cuales se sustenta la tecnología.

PALABRAS CLAVE

Sistematización, manejo de vectores, enseñanza y aprendizaje de conceptos, campo eléctrico

ABSTRACT

The electric field concept is necessary in the teaching and learning of students that require interpret and model different physical phenomena of electrical nature, because it is essential to describe and analyze all electrical phenomena. This paper aims to develop a proposal to implement a systematization of educational experiences for the proper management of vector quantities, specifically the electric field, with students taking the subject Physics Electric in engineering programs at the University Santo Tomas, sectional Tunja.

The practical implementation leads to learning the electric field concept, its relationship to the electric force and electric potential, essential knowledge for scientific and technical training of future engineers, so they can understand the phenomena, specifically electrical and magnetic, and the principles on which the technology is based.

KEYWORDS

Systemization, vector management, learning concepts, electric field.

Código:
Autor: Ana Liz López Rodríguez
Título del Documento: Propuesta para la implementación de una sistematización para el manejo de vectores aplicado al concepto de campo eléctrico en la formación de ingenieros en la Universidad Santo Tomás seccional Tunja
Datos De Edición:
Unidad Patrocinante: Universidad Santo Tomás, seccional Tunja
Palabras Claves: Sistematización, manejo de vectores, enseñanza y aprendizaje de conceptos, campo eléctrico
Descripción: Informe final de investigación El aprendizaje de conceptos fundamentales de Electricidad , como lo es el concepto de campo eléctrico, su relación con la fuerza eléctrica y con el potencial eléctrico, son conocimientos indispensables para la formación científica y técnica de los futuros ingenieros, de manera que comprendan los fenómenos, específicamente los eléctricos y magnéticos, y los principios en los cuales se sustenta la tecnología Este proyecto de investigación consta de seis capítulos, conclusiones, recomendaciones y 11 anexos. En el Capítulo 1 se presenta la fundamentación y justificación del problema, se plantea el problema científico y se concluye con los objetivos, general y específicos de la investigación. En el Capítulo 2 se muestra la esencia de algunas investigaciones acerca del proceso de enseñanza-aprendizaje del Electromagnetismo, particularmente sobre el aprendizaje de conceptos básicos de Electricidad. Se hace referencia además al aprendizaje de estos conceptos a partir del trabajo vectorial para el tratamiento de conceptos básicos de

Electricidad en las carreras de ingeniería.

En el Capítulo 3 contiene los elementos teóricos esenciales que emergen del proceso investigativo y determinan los referentes para la construcción de los aportes de la tesis. El marco teórico sintetiza y contextualiza el aprendizaje a través de problemas y ejercicios, con énfasis en lo significativo y desarrollador en el complejo proceso cognitivo para la formación de conceptos en la enseñanza del Electromagnetismo. Además se consideran los referentes teóricos sobre la sistematización de experiencias pedagógicas.

En el Capítulo 4 se presenta el diseño metodológico, que incluye el tipo de investigación, alcance del estudio, la unidad de análisis, y las técnicas e instrumentos utilizados.

En el Capítulo 5 se presenta la propuesta de sistematización, consistente en una alternativa metodológica, a partir de la sistematización de experiencias pedagógicas, para favorecer el trabajo vectorial durante el aprendizaje de conceptos básicos de Electricidad en estudiantes de ingeniería de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja. Esta se concreta en seis sub-epígrafes, en el sub-epígrafe 5.1.5 se realiza la presentación y explicación de la alternativa metodológica. En este sentido como ya se planteó, en el contexto de la presente investigación se considera la alternativa metodológica como una vía u opción dirigida a introducir en la práctica pedagógica la sistematización de resultados científicos y experiencias pedagógicas generadas en la actividad científica, en lo relacionado al aprendizaje del trabajo vectorial a través de ejercicios y problemas del campo eléctrico, en estudiantes de ingeniería de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja. La alternativa metodológica propuesta está conformada por seis fases y sus respectivas acciones:

1. Fase de exploración.
2. Fase de planificación.

3. Fase de recopilación.
4. Fase de comunicación.
5. Fase de ejecución y control.
6. Fase de socialización.

En este Capítulo también se proponen los talleres para favorecer el aprendizaje de las operaciones vectoriales y su aplicación al concepto de campo eléctrico en estudiantes de ingeniería de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja, estructurados de la siguiente manera:

- Tema
- Objetivo
- Sugerencias metodológicas
- Actividades propuestas
- Propuesta de solución
- Conclusiones

Finalmente en el Capítulo 6 se muestra la valoración de los resultados. Es de resaltar que esta investigación se desarrolló a partir de la aplicación de instrumentos y técnicas investigativas para conocer las dificultades en la apropiación de los conocimientos de electricidad, en específico, las que inciden en la formación del concepto campo eléctrico, lo que propició la caracterización del estado inicial de esta problemática y así desarrollar una sistematización de experiencias pedagógicas y resultados científicos para el manejo de vectores aplicado al concepto de campo eléctrico para la formación de ingenieros en la Universidad Santo Tomás seccional Tunja. Especialmente se trabajó con una unidad de análisis conformada por 30 estudiantes de los diferentes programas que se encuentran cursando la asignatura Física

Eléctrica.

A continuación se hace una valoración de los resultados de la implementación parcial de la alternativa metodológica, como propuesta para implementar una sistematización de experiencias pedagógicas, en los programas de formación de ingenieros en la Universidad Santo Tomás seccional Tunja.

Contenido y Metodología

Se presenta una alternativa metodológica para favorecer el trabajo vectorial durante el aprendizaje de conceptos básicos de Electricidad, como una propuesta para adelantar una sistematización de experiencias pedagógicas y resultados científicos en el contexto de la formación de ingenieros. La propuesta se estructura a partir de la fundamentación de la alternativa metodológica propuesta y su objetivo general, y cierra con sugerencias metodológicas generales para propiciar la sistematización y facilitar la instrumentación práctica de la propuesta

La metodología utilizada en la investigación tiene un enfoque cualitativo, pues es “Es una actividad sistemática orientada a la comprensión en profundidad de fenómenos educativos y sociales, a la transformación de la práctica y escenarios socioeducativa, a la toma de decisiones y también hacia el descubrimiento y desarrollo de un cuerpo organizado de conocimientos” (Sandín Esteban, 2003).

Se toma como unidad de análisis a estudiantes de las carreras de Ingeniería Electrónica, Mecánica, Civil y de Sistemas de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja y está constituida por 30 estudiantes de los diferentes programas que se encuentran cursando la asignatura Física Eléctrica, para su escogencia se tuvieron en cuenta criterios de selección. Los instrumentos que se utilizan son la observación participante y dos pruebas aplicadas a

manera de cuestionario.

Fuentes

Fuentes documentales: El PEI, el programa de la asignatura.

Fuentes bibliográficas: La autora presenta más de 80 referencias relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje del electromagnetismo, así como con la sistematización de experiencias pedagógicas y resultados científicos, que proporcionan un aporte teórico para propiciar el manejo de vectores aplicado al concepto de campo eléctrico para la formación de ingenieros en la Universidad Santo Tomás seccional Tunja.

Fuentes Vivas: La comunidad educativa de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja.

Conclusiones

El proceso investigativo permite concluir que:

- El desarrollo actual en la sociedad exige la actualización constante de los profesores, así como el empleo de nuevas formas de enseñanza. En el contexto de la Educación Superior en Colombia y en particular en la enseñanza de la Física Eléctrica esta situación es de gran importancia.
- Las manifestaciones que generan desmotivación en el estudiante, al no lograr asimilar o comprender contenidos de la Física Eléctrica, limitan la adecuada formación profesional y de la concepción científica del mundo.
- Los resultados que se derivan a partir de la implementación de la alternativa metodológica dentro de una propuesta para adelantar una sistematización de experiencias pedagógicas son favorables, pues se observó una potencialización en el manejo adecuado de vectores y su aplicación al concepto de campo eléctrico, logrando así una mejor comprensión de este concepto, lo cual constituye un aporte

importante a la formación profesional y a la concepción científica del mundo en estudiantes de ingeniería de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja.

- La alternativa metodológica derivada en una propuesta para implementar una sistematización para el manejo de vectores aplicado al concepto de campo eléctrico en la formación de ingenieros, que se propone, es aplicable a otros procesos formativos universitarios, siempre que cumpla las exigencias fundamentadas en la investigación y su adecuada contextualización.

ÍNDICE	PÁGINAS
Capítulo 1. Problema de investigación	1
1.1. Fundamentación y justificación del problema	1
1.2. Justificación del problema.....	5
Capítulo 2. Estado del arte	9
2.1. Investigaciones del ámbito internacional sobre la enseñanza y aprendizaje del Electromagnetismo	9
2.2. Investigaciones sobre enseñanza y aprendizaje del Electromagnetismo desarrolladas en Colombia.....	15
Capítulo 3. Marco teórico	20
3.1. Referentes teóricos sobre la sistematización de experiencias pedagógicas	20
3.1.1. Aspectos necesarios a tener en cuenta para la sistematización de los contenidos seleccionados	27
3.2. El trabajo con conceptos	33
3.2.1. La Lógica en el estudio de los conceptos	35
3.2.2. Procedimientos lógicos asociados a los conceptos	37
3.2.3. El carácter psicológico en la formación de conceptos.....	38
3.2.4. Conceptos de enseñanza y aprendizaje	40
3.3. El trabajo con conceptos en la enseñanza de la Electricidad	43
3.4. Contenidos de los conceptos básicos de Electricidad en las carreras de ingenierías	47
3.4.1 Conceptos fundamentales y genéricos.....	48
3.5 Marco Legal	53
Capítulo 4. Diseño metodológico	56
4.1. Tipo de investigación.....	56
4.2. Alcance del estudio.....	56
4.3. Unidad de análisis.....	57
4.4. Técnicas e instrumentos utilizados.....	57
Capítulo 5. Propuesta de sistematización	59
5.1. Alternativa metodológica para la implementación de una sistematización de experiencias pedagógicas, para favorecer el trabajo vectorial durante el aprendizaje	

de conceptos básicos de Electricidad en estudiantes de ingeniería de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja	59
5.1.1. Introducción	59
5.1.2. Fundamentación de la alternativa metodológica	60
5.1.3. Objetivo de la alternativa metodológica.....	60
5.1.4. Sugerencias metodológicas generales para propiciar la sistematización y facilitar la instrumentación práctica de la propuesta	61
5.1.5. Presentación y explicación de la alternativa metodológica	63
5.1.6. Sugerencias metodológicas para facilitar la instrumentación de la alternativa metodológica.....	69
5.2. Talleres propuestos para favorecer el trabajo vectorial durante el aprendizaje de conceptos básicos de Electricidad en estudiantes de ingeniería de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja	72
Capítulo 6. Valoración de los resultados	111
6.1. Caracterización del estado inicial de esta problemática investigada en la Universidad Santo Tomás seccional Tunja	112
Conclusiones	123
Recomendaciones	127
Bibliografía.....	128
Anexos	139

Capítulo 1. Problema de investigación

En este capítulo se presenta el ***problema de investigación*** y se conforman ***preguntas científicas*** que facilitan la relación metodológica entre la teoría y la práctica para sintetizar una solución al problema. Además, se muestra como la concreción de los resultados de los análisis que se derivan de la aplicación de métodos teóricos y empíricos posibilitan esbozar de forma preliminar las causas que generan las deficiencias en la asimilación de los conceptos básicos de Electricidad.

1.1. Fundamentación y justificación del problema

Desde hace algunos años, muchas de las investigaciones sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, han centrado su interés en las ideas previas o preconceptos que tienen los alumnos sobre algunos temas científicos específicos y las causas que dan origen a los mismos. Por su parte Osborne y Wittrock (1983), plantean que los alumnos tienen ideas previas que se resisten al cambio. Estos preconceptos interfieren en el proceso de aprendizaje de las ciencias, dificultándolo, pues muchas veces no son congruentes con las teorías, leyes y conceptos científicos y son, en cierta medida, una de las causas del bajo rendimiento académico que se da en estas áreas.

De otra parte, el nivel académico de los estudiantes que ingresan a las carreras de ingenierías en diferentes instituciones de Educación Superior del país es limitado y se revela la existencia de tales ideas previas o preconceptos. Es criterio de la autora de esta tesis sobre la base de su experiencia profesional por más de 20 años como docente universitaria que las deficiencias conceptuales tanto en Física como en Matemática, que presentan los estudiantes de las carreras de ingeniería durante el desarrollo de las clases, parece influir de manera considerable en el

bajo desempeño de los mismos en el aula, lo cual a su vez puede conllevar a la falta de interés por mejorar el aprendizaje.

Este problema no es ajeno a los estudiantes de la Universidad Santo Tomás en Tunja, especialmente en el curso de Física Eléctrica (Electricidad y Magnetismo) que se ofrece en los programas de Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Civil e Ingeniería de Sistemas

A partir de los análisis preliminares realizados anteriormente se infiere que el desconocimiento, o el conocimiento incompleto o errado, generan desmotivación, al no poder el estudiante asimilar contenidos de mayor grado de complejidad e impedir una adecuada formación de la concepción científica del mundo. Se limita la posibilidad del disfrute de la comprensión. Se dificulta la explicación de los fenómenos físicos.

La autora de esta investigación ha observado, a lo largo de más de 20 años de experiencia docente, que durante las clases tradicionales, la mayoría de los estudiantes presentan serias dificultades para entender los fenómenos eléctricos y magnéticos y ha podido reconocer la constante reiteración de fracasos en la mayoría de los estudiantes cuando resuelven problemas en los que el concepto de campo eléctrico cobra especial importancia.

Ésta es una situación que se presenta en muchas otras partes del mundo, evidenciándose que algunos de los temas con más confusión para ellos son la aplicación de la Ley de Coulomb para determinar la fuerza eléctrica ejercida sobre una carga cualquiera debida a otras (Furió y Guisasola, 1999), de otra parte Allain (2001) afirma que el concepto de campo eléctrico es más complicado de asimilar debido a que no lo conciben como un ente real, material. Al respecto Alzugaray (2010) plantea que no es de extrañar que los estudiantes encuentren serias dificultades en la adquisición de este concepto, si se tiene en cuenta su grado de abstracción, el

conjunto de significados previos sobre los que se organiza y cuestiones que pueden derivarse de una presentación acumulativa, acrítica y aproblemática de los mismos que obstruyen los procesos constructivos. De manera similar ocurre con la apropiación del concepto de potencial eléctrico, que es otro tema difícil de relacionar con los temas anteriores.

Tomando en cuenta los criterios anteriores, y considerando que el modelo pedagógico tradicional es el que mayormente se desarrolla en las aulas de clases, en el cual la labor de enseñanza se basa en la transmisión verbal de conocimientos de profesor a estudiantes, sin acercarlos a la aplicación y desarrollo de la metodología científica, al desarrollo de un pensamiento flexible, sistémico y estratégico, se puede encontrar una explicación a los problemas de aprendizaje antes mencionados.

Es entonces que los profesores se deben cuestionar: ¿pueden existir en términos científicos y realistas intervenciones metodológicas que desarrollen el pensamiento y amplíen la visión del mundo?, ¿qué metodologías le permiten al estudiante desarrollar el pensamiento en todas sus manifestaciones que revelen su complejidad y posibilidad de ampliar su visión del mundo a través de la comprensión del mismo, donde se utilicen procesos argumentativos, interpretativos, propositivos y reflexivos?, ¿cuál es la enseñanza que se imparte a los estudiantes que no son capaces de aprender de manera significativa los conceptos y establecer entre ellos las relaciones adecuadas?. Se debe tener en cuenta que la forma en que se enseñan los conceptos también juega un papel importante en el aprendizaje de los mismos.

Tomado en consideración lo anteriormente expuesto, para el desarrollo de esta investigación se formula el siguiente **problema científico**: ¿Cómo favorecer el manejo de cantidades vectoriales aplicándolo al concepto de campo eléctrico en la formación de ingenieros en la Universidad Santo Tomás seccional Tunja?

Entre las ideas a desarrollar se encuentra presentar una propuesta para implementar una sistematización, pues existen experiencias positivas al respecto y es posible realzar la significatividad lógica y psicológica que se requiere para impulsar la apropiación de contenidos.

Para resolver el problema se formulan las siguientes **preguntas científicas**:

1. ¿Cuáles son las causas de las dificultades en la apropiación de los conocimientos de electricidad, en específico, las que inciden en la formación del concepto campo eléctrico?
2. ¿Cómo concebir una propuesta para la implementación de una sistematización de experiencias pedagógicas y resultados científicos que propicie el adecuado manejo de vectores aplicado al concepto de campo eléctrico en la formación de ingenieros en la Universidad Santo Tomás seccional Tunja?
3. ¿Cómo concebir los talleres con las actividades que sustenten la propuesta para la implementación de una sistematización de experiencias pedagógicas y resultados científicos?
4. ¿Cómo valorar la viabilidad de la propuesta para la implementación de una sistematización para favorecer el manejo de vectores aplicado al concepto de campo eléctrico en la formación de ingenieros en la Universidad Santo Tomás seccional Tunja?

Los análisis diagnósticos y la síntesis de experiencias personales indican que entre las posibles causas se encuentran:

- Las representaciones mentales erradas.

- La existencia de ideas previas muy arraigadas, así como la incidencia de conocimientos cotidianos a veces mal interpretados.
- La escasa flexibilidad de los métodos empleados en función de las características de los estudiantes.
- El escaso desarrollo del pensamiento estratégico y reflexivo del futuro ingeniero.
- La formulación de tareas de limitada significatividad, entre otros factores.

Resulta imposible atender a todas estas causas en una investigación. Sin embargo, se debe hacer al estudiante consciente de estas insuficiencias y estimular un aprendizaje activo y reflexivo de elevada significatividad.

Se debe esbozar la significatividad lógica (coherencia en la estructura interna de los contenidos que se abordan) y la significatividad psicológica (contenidos que resulten de utilidad y sean comprensibles desde la estructura cognitiva del sujeto).

1.2. Justificación del problema

Actualmente en las investigaciones en enseñanza de las ciencias, se le da importancia a conocer cómo es que los estudiantes construyen los conceptos científicos, cuáles son las representaciones que construyen, qué tipo de procesos cognitivos tienen lugar y de qué manera asimilan los significados. Según Moreira (2000), esto permitiría conocer el desarrollo conceptual como una construcción y discriminación de significados, a la vez que sería una guía para el diseño de modelos de enseñanza de las ciencias.

Son varios los investigadores en el mundo que en los últimos años han venido desarrollando propuestas tendientes a mejorar el binomio enseñanza-aprendizaje en los diferentes niveles educativos. Entre las metodologías desarrolladas se encuentra el Aprendizaje Basado en Problemas. Barrows (1986, p. 20) define al ABP como *“un método de aprendizaje basado en*

el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos”. De otra parte, Prieto (2006, p. 46) defiende el enfoque de aprendizaje activo señala que “... el aprendizaje basado en problemas representa una estrategia eficaz y flexible que, a partir de lo que hacen los estudiantes, puede mejorar la calidad de su aprendizaje universitario en aspectos muy diversos.”

Es importante destacar que dentro del Proyecto Educativo Institucional de la Universidad Santo Tomás, en los Lineamientos básicos del modelo educativo pedagógico se expresa que:

La educación problémica es vista como una opción institucional que abarca todos los niveles del modelo pedagógico inclusive en el campo de la investigación. Su antecedente histórico se remite a la metodología investigativa y expositiva en la obra de Tomás de Aquino, especialmente en la Suma Teológica. (PEI, 2010, p. 61)

Y agrega en el aspecto Implicaciones de lo problémico en relación con la docencia, la investigación y la proyección social que:

El PEI formula de un modo genérico pero claro la opción por la educación problémica y como tarea programática que debe ser tematizada y desarrollada por toda la comunidad universitaria en las diversas carreras, y referida a las grandes funciones sustantivas de la Universidad. (PEI, 2010, p. 63)

El aprendizaje de conceptos fundamentales de Electricidad , como lo es el concepto de campo eléctrico, su relación con la fuerza eléctrica y con el potencial eléctrico, son conocimientos indispensables para la formación científica y técnica de los futuros ingenieros, de manera que comprendan los fenómenos, específicamente los eléctricos y magnéticos, y los principios en los cuales se sustenta la tecnología.

Por tal razón, es imperativo que la enseñanza de la Física, principalmente en las instituciones de Educación Superior, avance con nuevas direcciones tendientes a mejorar el nivel educativo y profesional de los estudiantes universitarios, especialmente aquellos que se encuentran formándose para ser ingenieros. El empleo de la simple enseñanza tradicional no es suficiente para mejorar la calidad del proceso enseñanza-aprendizaje (Sandoval, 2009a), pues no sólo se requiere que sepan identificar las fórmulas adecuadas para solucionar un ejercicio del libro de texto, sino que aprendan a razonar y comprender el significado de los mismos.

Es inminente entonces, adelantar un proceso investigativo que permita diseñar una alternativa metodológica adecuada, fundamentada en el trabajo vectorial para el aprendizaje de conceptos básicos de Electricidad, aplicarla y evaluar su incidencia en el logro del aprendizaje de estos conceptos , en los programas de formación de ingenieros en la Universidad Santo Tomás seccional Tunja.

Objetivo general de la investigación

Establecer una propuesta para implementar una sistematización de experiencias pedagógicas y resultados científicos para el manejo de vectores aplicado al concepto de campo eléctrico para la formación de ingenieros en la Universidad Santo Tomás seccional Tunja.

Objetivos específicos de la investigación

1. Realizar un diagnóstico de las ideas previas que tienen los estudiantes referentes a algunos conceptos básicos de Electricidad.
2. Diseñar las actividades para los talleres que conforman la alternativa¹, de forma que favorezca el trabajo vectorial para el aprendizaje de conceptos básicos de Electricidad en estudiantes de ingeniería de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja.

¹ Entiéndase la alternativa como la propuesta para implementar una sistematización de experiencias pedagógicas y resultados científicos para el manejo de vectores aplicado al concepto de campo eléctrico.

3. Implementar las actividades de los talleres que conforman la alternativa metodológica propuesta para el trabajo vectorial durante el aprendizaje de conceptos básicos de Electricidad, en los programas de formación de ingenieros en la Universidad Santo Tomás seccional Tunja.
4. Evaluar los resultados de la aplicación de la alternativa metodológica propuesta para el trabajo vectorial durante el aprendizaje de conceptos básicos de Electricidad, en los programas de formación de ingenieros en la Universidad Santo Tomás seccional Tunja.

El diagnóstico de las ideas previas es útil para ajustar las tareas a realizar en el contexto de las actividades grupales que se diseñen en los talleres. La alternativa metodológica permite contextualizar los fundamentos del trabajo vectorial para el aprendizaje de conceptos básicos de Electricidad e indicar cómo deben proceder estudiantes y profesores.

Capítulo 2. Estado del arte

En este capítulo se presenta la esencia de algunas investigaciones acerca del proceso de enseñanza-aprendizaje del Electromagnetismo, particularmente sobre el aprendizaje de conceptos básicos de Electricidad. Se hace referencia además al aprendizaje de estos conceptos a partir del trabajo vectorial para el tratamiento de conceptos básicos de Electricidad en las carreras de ingeniería.

2.1. Investigaciones del ámbito internacional sobre la enseñanza y aprendizaje del Electromagnetismo

Son diversas las investigaciones realizadas en el contexto del proceso de enseñanza-aprendizaje del Electromagnetismo en las carreras de ingenierías. Entre ellas es importante destacar la tesis doctoral titulada *“Aprendizaje activo del campo eléctrico en estudiantes de ingeniería”* (Sandoval, 2011), cuyo objetivo principal es estudiar la ganancia en el aprendizaje del concepto de campo eléctrico en los alumnos de la carrera de ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico Superior de Comalcalco, México, utilizando pruebas de evaluación con una alta eficiencia científicamente comprobadas y elaborar un modelo didáctico para estimular e incentivar el trabajo en equipo y mejorar el nivel de comprensión del tema, con una propuesta metodológica basada en la Enseñanza Activa de la Física, dentro de la estrategia denominada Física por Indagación, diseñada para promover el aprendizaje colaborativo en los estudiantes de ingenierías o ciencias.

En este trabajo se muestra una secuencia didáctica de 10 Actividades para el Aprendizaje del Campo Eléctrico (AECE), con diferentes niveles de abstracción, permitiendo desarrollar mayores habilidades en los razonamientos sobre fenómenos electrostáticos básicos. El desarrollo de estas actividades pretende inducir a la mejora de la comprensión del concepto de campo eléctrico y su relación con la fuerza eléctrica. Se incluyen también dos prácticas

ilustrativas de laboratorio. Al analizar las respuestas a las actividades mencionadas se notó un aumento progresivo en la madurez en el razonamiento de los estudiantes. Se observó, además, un incremento en la participación colectiva de los estudiantes en los equipos de trabajo, lo cual permitió compartir ideas y mejorar sus razonamientos.

Las actividades propuestas fueron aplicadas a estudiantes de ingenierías, tomando un grupo experimental y otros cinco grupos que conformaron el grupo de control. Para analizar los datos se empleó la herramienta llamada factor de concentración, que permite obtener un análisis más detallado de los tipos de modelos mentales que tienen los estudiantes al iniciar un curso y puede mostrar, también, los avances alcanzados en el razonamiento de los estudiantes al finalizar la instrucción.

Este trabajo aporta a la presente investigación ideas sobre una enseñanza que realza el carácter experimental de esta rama de la ciencia Física. En tal sentido se pueden constatar referentes sobre el tratamiento de los conceptos de Electromagnetismo a través de diferentes situaciones experimentales.

Se consultó también el trabajo titulado: *“Dificultades de aprendizaje de los conceptos de carga y de campo eléctrico en estudiantes de bachillerato y universidad”* (Furió y Guisasola, 1998), en el cual se analizan cuáles son las principales dificultades de aprendizaje de los estudiantes de secundaria y universidad sobre el concepto de carga y campo eléctrico. Se supone por parte de los autores un cierto paralelismo entre las dificultades de aprendizaje de estos conceptos y los problemas en su formación a través de la historia, se realiza una breve descripción de los principales problemas epistemológicos y se plantea un diseño basado en un cuestionario con preguntas abiertas y entrevistas personales de los estudiantes de educación secundaria y universitarios.

Según Furió y Guisasola (1998) los resultados que se obtuvieron parecen indicar que los estudiantes tienen problemas para interpretar los fenómenos de electrificación, que no son fáciles de explicar por un modelo hidrostático de la carga eléctrica, y además surgen dificultades a la hora de explicar un fenómeno eléctrico que se da en situaciones en las que la explicación requiera considerar el papel desempeñado por el medio. Además señalan que existe un cierto paralelismo entre los problemas que tuvo que afrontar la ciencia para llegar a construir una teoría del campo eléctrico y que implican una síntesis de conocimientos y alto grado de abstracción, lo cual explica las grandes dificultades que tienen los estudiantes con estas teorías y que a estas dificultades conceptuales se le suman dificultades procedimentales, ya que no están familiarizados con la metodología científica y constataron que la mayoría de los estudiantes no establecen una diferenciación neta entre los conceptos de intensidad de campo y fuerza eléctrica.

Este trabajo aportó la descripción de un escenario que se repite en nuestras aulas y nos sirvió como referente para escoger las temáticas sobre las cuales se diseñó un cuestionario con preguntas abiertas que permitió conocer acerca de las ideas previas de los estudiantes respecto a los conceptos fundamentales de Electricidad.

Otro trabajo consultado fue el titulado *“La enseñanza del concepto de campo eléctrico basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada”* (Furió y Guisasola, 2001) fundamentado en la concepción constructivista del aprendizaje de las ciencias, especialmente en el modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación orientada. En esta investigación se expone el tratamiento realizado para superar las dificultades en el proceso de enseñanza y aprendizaje en la introducción del concepto de campo, transformando la enseñanza habitual de la electricidad en el bachillerato, en otra basada en el modelo de aprendizaje como

investigación orientada, que fue aplicado a dos grupos aleatorios de estudiantes de diferentes centros educativos de España , para lo cual desarrollaron un plan que contempla la secuenciación de los contenidos y su correspondiente programa de actividades y la aplicación de diferentes tipos de evaluación durante y al finalizar el período de instrucción. Al analizar los resultados obtenidos por los estudiantes de ambos grupos, se observó que la aplicación de una instrucción bajo las orientaciones del aprendizaje como actividad de investigación orientada permite a los estudiantes una mayor asimilación de ideas significativas en un porcentaje superior al de los alumnos que reciben una enseñanza transmisiva.

Este trabajo nos permitió un primer acercamiento a una nueva metodología de trabajo y una revisión de algunas de las actividades que se desarrollaron, y pudimos apreciar que para su aplicación, se requiere de una previa y especializada preparación del docente, dada la relevancia que cobra en este modelo, pues se convierte en un investigador en la acción.

Relacionado también con la tematica se consultó el trabajo correspondiente a la tesis doctoral titulada “La comprensión de problemas de campo eléctrico en estudiantes universitarios: aspectos de la instrucción en la organización de representaciones” (Alzugaray, 2010). En la tesis se trazaron los objetivos de conocer los procesos que acompañan la comprensión de los enunciados de problemas de campo eléctrico que realizan estudiantes universitarios de Física Eléctrica y su relación con los procedimientos de resolución derivados, así como la implementación y evaluación de una propuesta de intervención didáctica, centrada en estrategias de comprensión, para favorecer el proceso de resolución de problemas de campo eléctrico en los cursos de Física Básica.

En la investigación se utilizó un diseño multimétodo que comprende la complementación, combinación y triangulación. El estudio comprendió dos etapas, una destinada a la

investigación de los procesos de comprensión de los estudiantes de los enunciados de problemas de campo eléctrico y su resolución y las acciones desarrolladas por los docentes durante las clases en que se trabaja sobre la resolución de problemas de campo eléctrico y en actividades experimentales. La segunda etapa estuvo orientada al estudio evaluativo de una propuesta de intervención didáctica para orientar la comprensión de los enunciados de problemas induciéndolos a la modelización de las situaciones planteadas.

El estudio se realizó en dos cursos de Física Eléctrica: uno de la Universidad Nacional del Litoral (UNL) y otro equivalente de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), ambas universidades argentinas. Los grupos estuvieron compuestos por 15 y 45 estudiantes respectivamente. Ambos cursos estuvieron a cargo del mismo docente responsable.

En esta investigación los resultados arrojaron un mayor número de aprobados en la asignatura Física Eléctrica en los estudiantes que participaron en la implementación de la propuesta. Esta investigación nos permitió constatar que el aprendizaje de conceptos puede abordarse, a través de una sucesión de situaciones (resolución de cuestiones problemáticas, comprensión de texto, trabajos prácticos de laboratorio real o virtual) y que un concepto no puede reducirse a una definición, principalmente si hay interés por su aprendizaje y su enseñanza y que es a través de las situaciones y de los problemas a resolver que adquiere sentido para un estudiante. Además, en este trabajo se enfatiza en la necesidad que tienen los estudiantes de estar capacitados para distinguir entre magnitudes escalares y vectoriales, sus propiedades y su operaciones, dado el carácter vectorial del campo eléctrico. Esta afirmación insidió de gran manera para que el presente trabajo se orientara hacia el manejo de vectores aplicado al concepto de campo eléctrico.

También se consultó la investigación “Dificultades en el aprendizaje de vectores, en los estudiantes que cursan el ciclo introductorio de la F.C.E.F. y N. de la U.N.C” (Gutiérrez y Martín, 2015), donde el objetivo principal era detectar las dificultades que presentan los estudiantes que cursan el Ciclo Introductorio de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, en lo referido al entendimiento de conceptos vectoriales y operaciones con vectores. El trabajo se realizó con una muestra aleatoria de 155 alumnos que comenzaban a cursar el Ciclo Introductorio.

La metodología de investigación utilizada fue la cuantitativa, mediante el uso de un cuestionario de opciones múltiples, con preguntas cerradas sobre vectores, planteadas en un ámbito matemático sin contexto físico. Las respuestas dadas por los estudiantes al cuestionario evidenciaron las dificultades que tienen los alumnos para operar con vectores y al analizar una representación vectorial. Los autores del trabajo plantean que suponen que esas dificultades tienen su origen en los estudios secundarios, probablemente porque no desarrollaron con suficiente claridad y profundidad el manejo vectorial y reflexionan sobre la necesidad de generar cambios en el proceso de enseñanza de conceptos vectoriales en los cursos de Física y para ello sugieren el uso en clases de herramientas informáticas ligadas a métodos gráficos de resolución de operaciones entre vectores

Este trabajo nos mostró que la problemática de la dificultad para manejar de manera adecuada los vectores y sus operaciones es una situación común no sólo en Colombia y por tanto es necesario desarrollar nuevas estrategias de aprendizaje a través del empleo de nuevas metodologías, como la sistematización de experiencias, para lograr que los estudiantes mejoren el entendimiento de conceptos fundamentales de la Física que estén directamente vinculados con la representación vectorial, en este caso el concepto de campo eléctrico.

2.2. Investigaciones sobre enseñanza y aprendizaje del Electromagnetismo desarrolladas en Colombia

Dado el volumen de conocimientos que aglutina el Electromagnetismo y el buen número de investigaciones realizadas en torno a esta temática, se consultó el trabajo titulado “La enseñanza y el aprendizaje del electromagnetismo: una breve revisión de las investigaciones en este campo” de Osorio, Campillo, Osorio, Mejía y Covaleta (2012), en el cual se presenta una revisión bibliográfica de las investigaciones realizadas en este tema en la última década y a partir de la cual establecen tres categorías en las que se enmarcan estas investigaciones : concepciones alternativas y representaciones mentales, dificultades de aprendizaje y estrategias de enseñanza del electromagnetismo , además de mostrar a manera de implicaciones didácticas , algunas consideraciones para mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje del electromagnetismo.

En cuanto a las concepciones alternativas (otras veces denominadas “ideas previas”, “preconceptos” entre otras) y representaciones mentales sobre el electromagnetismo los autores plantean que las investigaciones consultadas mostraron que dichas ideas entran en conflicto con las explicaciones científicas y que son una parte esencial en la lógica del que aprende, que estos conocimientos previos pueden obstaculizar o facilitar la precepción de nuevos significados y que cuando los estudiantes no logran construir modelos mentales, los conceptos científicos no son aprendidos significativamente, pero consideran posible la evolución de estas ideas y modelos durante el proceso de aprendizaje, pudiéndolos utilizar según el contexto. Destacan la importancia de la indagación sobre estos aspectos por parte de

los profesores para que, en consecuencia, desarrollen una secuencia de enseñanza en la cual los estudiantes confronten sus concepciones alternativas con la teoría científica.

Respecto a las estrategias de enseñanza, se presentan aquellos aportes pedagógicos y didácticos que se derivan de los trabajos revisados relacionados con la enseñanza y aprendizaje de los conceptos del electromagnetismo, resaltando que estas investigaciones hacen énfasis no sólo en cómo enseñar, sino también en el qué, para qué y a quien enseñar y destacan la importancia del empleo de prácticas pedagógicas en la enseñanza de las ciencias, que propicien la creatividad de los estudiantes de forma tal que los motive a profundizar en los conceptos, así como el uso de la tecnología multimedia.

Los autores concluyen planteando que al conocer el estado de las investigaciones sobre la enseñanza y el aprendizaje del electromagnetismo y sus resultados, debemos reconocer la importancia de no sólo saber lo que se enseña, sino de hacer una reflexión sobre las prácticas pedagógicas de los profesores de manera que contribuyan al aprendizaje de la física y en especial del electromagnetismo.

Otro trabajo consultado fue el titulado “ Guía para el maestro: modelo didáctico para la enseñanza del electromagnetismo” (Florez, 2006), cuyos objetivos principales eran promover la curiosidad, la creatividad, la motivación, la capacidad de análisis y la crítica en los estudiantes, mediante un conjunto de actividades didácticas basadas en algunas tendencias de la física como situaciones problema, micro-proyectos y laboratorios. La autora sostiene que el trabajo con situaciones problema es un proceso complejo que debe ser motivante, que involucre situaciones de la vida cotidiana del estudiante, debe ser una situación problema integradora, en donde se puedan evaluar de cierto modo el aprendizaje de diversos conceptos,

debe generar discusión, debe lograr la reestructuración de las concepciones implicadas y en lo posible la consecución de una respuesta al problema.

Florez (2006) plantea que en cuanto a los miniproyectos que realizan los estudiantes sobre fenómenos eléctricos o magnéticos, plantea que generan en ellos curiosidad, garantizando que el estudiante se encuentre cautivado con el proyecto a seguir, y pueda así obtener un buen resultado con respecto al proceso. De otra parte considera importante que sean los propios estudiantes quienes realicen el seguimiento de su labor, contando con el apoyo del docente, que consulten bibliografía, que realicen visitas, que establezcan diálogos con expertos, trabajo con textos libres, lecturas libres y observación de videos que siempre debe estar presente a lo largo del proceso.

En lo que respecta a los laboratorios enfatiza que el proceso experimental debe comenzar con la planificación a seguir para verificar la dependencia de las variables y que ésta debe describir paso a paso el diseño del experimento, lo cual se hace con el fin de contrastar instrumentalmente las predicciones hechas y comprobar las hipótesis, es decir, el estudiante acude al laboratorio para confirmar o rechazar sus hipótesis y concluye argumentando que la forma más adecuada para consolidar los conceptos, los procedimientos y las actitudes construidos es proporcionar al estudiante la posibilidad de poner en práctica sus nuevos aprendizajes, de forma que pueda comprobar, en la acción, su interés y utilidad.

Podemos a manera de síntesis plantear que en la enseñanza del Electromagnetismo se manifiestan las siguientes tendencias:

- La enseñanza – aprendizaje a partir de la experimentación.
- La enseñanza - aprendizaje a partir de la enseñanza problémica.

- La enseñanza - aprendizaje a partir de la formulación de tareas con carácter profesionalizado.
- La enseñanza - aprendizaje a partir del uso de las herramientas multimedia

Sin embargo, aún sigue existiendo la preocupación por el modo en que los estudiantes se apropian de los conceptos básicos como aspecto esencial para la adquisición de conocimientos. Por tanto, se considera necesario ajustar o contextualizar lo positivo de las tendencias actuales al aprendizaje de conceptos.

Es sugerente:

- Propiciar un aprendizaje activo y participativo.
- Fomentar un aprendizaje significativo a través de la resolución de problemas.
- Destacar lo singular de la formación de los conceptos fundamentales sobre Electromagnetismo para establecer metodologías y/o estrategias didácticas con el fin de perfeccionar la formación del ingeniero.

Es de destacar que a pesar de la existencia de un buen número de investigaciones realizadas sobre la enseñanza y el aprendizaje del Electromagnetismo, en muchas de las cuales se enfatiza en las dificultades que presentan los estudiantes para apropiarse de algunos conceptos importantes dentro del Electromagnetismo, reconociendo entre ellas la dificultad para manejar de manera adecuada los vectores y sus operaciones, son limitados los trabajos que aborden esta problemática y que plantee una alternativa metodológica para darle solución a la misma. En este sentido se hace necesario desarrollar nuevas estrategias de aprendizaje, a través del empleo de nuevas metodologías, como la sistematización de experiencias, para lograr que los estudiantes mejoren el entendimiento de conceptos fundamentales de la Física que estén

directamente vinculados con la representación vectorial, en este caso el concepto de campo eléctrico.

En lo concerniente a las investigaciones sobre enseñanza y aprendizaje del Electromagnetismo desarrolladas en el ámbito local se puede plantear que se carecen de investigaciones con resultados publicados en esta temática en el ámbito local.

Capítulo 3. Marco teórico

Este capítulo contiene los elementos teóricos esenciales que emergen del proceso investigativo y determinan los referentes para la construcción de los aportes de la tesis que se concretan en los capítulos 4 (Diseño metodológico) y 5 (Propuesta de sistematización). El marco teórico sintetiza y contextualiza el aprendizaje a través de problemas y ejercicios, con énfasis en lo significativo y desarrollador en el complejo proceso cognitivo para la formación de conceptos en la enseñanza del Electromagnetismo.

3.1. Referentes teóricos sobre la sistematización de experiencias pedagógicas

La elaboración de este trabajo responde a la necesidad de sistematizar los resultados científicos y experiencias pedagógicas generadas en la actividad científica de pedagogos, en lo relacionado al aprendizaje, a través de problemas y particularizando en lo significativo y desarrollador del complejo proceso cognitivo para la formación de conceptos en la enseñanza del Electromagnetismo en el proceso formativo para ingenieros en la Universidad Santo Tomás, seccional Tunja.

La sistematización tiene sus antecedentes en el desarrollo de la educación popular y los nuevos planteamientos en las ciencias sociales durante la década de los 70, 80 y 90 del siglo pasado.

En el año 1985 surge en Chile, México, Brasil y Colombia la sistematización de experiencias, con el objetivo de revisar lo que se estaba haciendo. Es en este periodo donde se acuña el término de sistematización.

Específicamente después de los 90 los procesos de reconceptualización de la educación popular desarrollan la sistematización, desde replanteamientos en lo político, ético y pedagógico.

La autora, a partir del objetivo de la investigación, considera necesario acercarse al término sistematización. Para ello consultó, entre otros documentos a Carrillo (1998), Jara (1981), Domínguez y Calzadilla (2011), Mejía (2008 y 2014), entre otros. Estos investigadores, plantean que en el orden lingüístico, sistematización es un sustantivo que designa la acción y el efecto de sistematizar, o lo que es igual, es el concepto que denomina no solo las operaciones que permiten concretar tal acción, sino también su resultado. En la mayor parte de la bibliografía consultada le son asociadas parejas de adjetivaciones como experiencia pedagógica, práctica reflexiva, innovación educativa, acción innovadora, comunicación científica, entre otros. (Domínguez y Calzadilla, 2011)

En la bibliografía pedagógica existen múltiples definiciones y clasificaciones de sistematización. En su sentido más amplio aparece relacionado, de manera indistinta, con método, modo de hacer, proceso de reflexión, proceso metodológico, operación lógica, etapa, modalidad, comprensión. En la investigación educativa es frecuente encontrarlo como tarea, método, aporte o contribución, herramienta de trabajo, además se advierte escasos trabajos que expresen sus rasgos como resultado científico y los procedimientos metodológicos a seguir para sistematizar resultados científicos existentes, de manera que se obtengan nuevos resultados, tanto teóricos como prácticos.

En el orden teórico la sistematización tiene tres connotaciones, destáquese su papel como operación lógico-didáctica, como procedimientos para el estudio de referentes teóricos y metodológicos del objeto de la investigación y en la introducción y producción de nuevos resultados científicos.

Por otro lado Jara (1981) define sistematizar como la interpretación crítica de una o varias experiencias que a partir de su ordenamiento y reconstrucción descubre o explicita la lógica

del proceso vivido, los factores que han intervenido en dicho proceso, cómo se han relacionado entre si y por qué lo han hecho de ese modo.

Carrillo (1998), Jara (1981), Domínguez y Calzadilla (2011), entre otros califican a la sistematización como un proceso para la comprensión, extracción de enseñanzas y comunicación de experiencias prácticas concretas; y que desde la reflexión y la creación participativa de conocimientos teórico-prácticos implica la reconstrucción ordenada de experiencias, la producción de conocimientos y la conceptualización de objetos, fenómenos y procesos de la realidad objetiva.

A los efectos de los aspectos hasta aquí abordados se infiere que en investigación pedagógica la sistematización constituye un procedimiento metodológico para el estudio, tanto del conocimiento científico como del conocimiento empírico espontáneo.

Addine y Hernández (2005, Citado por Domínguez y Calzadilla 2011) conciben la Sistematización de la Actividad Científica y la Práctica Pedagógica como una modalidad de la investigación educativa, a la que define como una reflexión crítica, permanente de las experiencias vividas en el proceso educativo, lo que implica crear una teoría pedagógica autóctona que se afirme en lo mejor de sus raíces y tradiciones, y de la práctica pedagógica internacional.

Signifíquese que el papel de la sistematización, como procedimiento metodológico o modalidad de investigación educativa, apunta al necesario mejoramiento de la calidad educacional desde la transformación del proceso educativo que debe generar la producción de nuevos resultados científicos y su consecuente introducción, generalización y evaluación.

Por su parte para la tesis se asume lo planteado por Mejía (2008, p. 7), al expresar que “... la sistematización forma parte de la práctica de los docentes que realizan experiencias de facilitación de procesos en Habilidades para la Vida”.

La sistematización es un área de encuentro, donde se propicie el debate intelectual y metodológico, para la producción de conocimiento, que permita transformar a través de la práctica las realidades.

Por su parte Mejía (2014, p. 6) expresa que la sistematización,

... al plantearse en el horizonte de un paradigma alternativo se hace la pregunta por el status de la práctica y muestra que el proceso de acción-saber-conocimiento no son niveles separados de la misma realidad, sino que están entremezclados, existen como relaciones, flujos, acumulado social, y entre ellas se produce una porosidad en donde ellos se entremezclan.

Con relación a la práctica Mejía (2014, p. 119) expresa que la “... particularidad de la práctica que se va a sistematizar requiere de procesos y procedimientos específicos, desde la forma concreta que tiene cada práctica, ya que es la que determina el proceso, pudiéndose afirmar que no existen metodologías únicas”.

Este autor también plantea con respecto al ejercicio de la sistematización que:

... significa una postura en el conocimiento frente a las formas y los sistemas en los cuales la verdad ha sido constituida en la organización del “conocimiento científico occidental” y hace un ejercicio práctico desde el campo del saber al cual también pertenece el conocimiento para colocarlo sobre otras bases epistemológicas. (Mejía 2014, p. 108)

Mejía (2014) expresa que la:

Sistematización hace un ejercicio de deconstrucción de los sistemas hegemónicos de producción del saber, de los actores de ella, de sus circuitos de circulación, de sus sistemas de reproducción y en alguna medida de los lugares y en las formas cómo y en los cuales el sujeto y el objeto han sido colocados. (Mejías 2014, p. 108)

Estos criterios dados por Mejía (2014) son considerados como bases teóricas de la sistematización, las cuales se asumen en la tesis.

En la Didáctica se percibe la sistematización como una característica fundamental de la enseñanza. Uno de los principios didácticos considerados por Klingberg (1972, p. 239) es el de la planificación y sistematización de la enseñanza. Significa que este implica la articulación de todos los eslabones del proceso dentro de los cuales incluye la repetición, la ejercitación, la aplicación y la sistematización. Sobre esta última destaca que:

En la sistematización como operación lógico - didáctica, se expresa el carácter sistemático de la enseñanza. Las fases de sistematización (que se deben planificar), ayudan a fomentar los conocimientos ordenados, claros, duraderos y recíprocamente vinculados, es decir, que ejercitar a los estudiantes en la sistematización es una tarea más de la enseñanza”.

Por tanto, en el orden didáctico la sistematización, en virtud del o de los objetivos que determina el docente en la dirección del proceso de enseñanza - aprendizaje, constituye un procedimiento fundamental para garantizar que el estudiante asimile el contenido de la enseñanza por las relaciones de coordinación y subordinación que existen en el propio contenido.

En el desarrollo de esta tesis sobre la sistematización se transita por las etapas propuestas por Mejía (2008, p. 13), estas son:

- “Construyendo el proceso.
- Consiguiendo los instrumentos para registrar y guardar el proceso.
- Construyendo mi caja de herramientas.
- Usando las herramientas.
- Interpretando y construyendo las categorías (de la práctica a la experiencia).
- Produciendo el saber de la experiencia.

- Sistematizando la sistematización”.

Mejía (2008) plantea que en el proceso de sistematización hay dos cosas que deben estar claras: ¿Para qué vamos a sistematizar? y ¿qué vamos a sistematizar? Este autor expresa que: ... debe tenerse claridad si se está haciendo una sistematización de un proceso que se desarrolla en el mismo tiempo que se realiza este ejercicio de sistematización o se está haciendo posterior a la experiencia; esto es, se sistematiza luego de haber vivido la experiencia (Mejía, 2008, p. 13).

Es importante destacar que la sistematización es un proceso de reconstrucción y ordenamiento de la práctica o experiencia vivida. Por tal motivo en esta tesis se hace una propuesta para implementar una sistematización sobre el manejo de vectores aplicado al concepto de campo eléctrico para la formación de ingenieros en la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja, la cual se desarrolla en el mismo tiempo que se realiza este ejercicio de sistematización, La lógica en procesos de sistematización se desarrolla desde una lógica de acción. Desde esta lógica se gestan los saberes de acción, los cuales son de origen científico. Estos saberes son readecuados, reorganizados, reformulados y transformados por la misma práctica (Mejía, 2014).

La sistematización tiene como finalidad “... mostrar la experiencia de los sujetos de la práctica, a construir el nudo relacional desde las acciones que la constituyen, que se forjan en la interacción del sujeto con el mundo, que hace que estos sean complejos, reflexivos, innovadores, empíricos, pero ante todo, cuando se colocan las posibilidades para realizarlo, productores de saber y de teoría” (Mejía, 2014, p. 6).

Según Mejía (2014) los acuerdos básicos de la sistematización están dados por la producción de saber y conocimiento desde las prácticas, donde se tiene en cuenta el saber de los actores de ella, los cuales buscan la transformación de los participantes, del proceso y de la sociedad. Para el análisis de los resultados de la sistematización se debe considerar las respuestas a las siguientes preguntas:

- “¿De qué manera el para qué sistematizar... tiene una resolución en el texto que acabas de escribir?
- ¿De qué manera la práctica de Habilidades para la Vida realizada ha construido al mejoramiento en el nivel de vida de las personas con las cuales has interactuado y cómo?
- ¿De qué manera tu apuesta de sentido y tu proyecto de transformación están presente en el texto que has escrito?
- ¿Cuáles son los aprendizajes más significativos en tu historia personal y profesional y en la historia de las personas que han vivido la experiencia? ¿De qué manera se encuentran reflejados en el texto trabajado?” (Mejía, 2008, p. 117).

Dada la importancia que reviste la sistematización de los resultados como forma que utiliza la investigación para presentar los saberes que se producen desde la experiencia práctica, es indispensable puntualizar algunos aspectos necesarios a tener en cuenta no solo para la aplicación de la propuesta (estímulo introducido) sino también para el análisis posterior de los resultados.

3.1.1. Aspectos necesarios a tener en cuenta para la sistematización de los contenidos seleccionados

La sistematización, según algunos Carrillo (1998), Jara (1981), Domínguez y Calzadilla (2011), Mejía (2008 y 2014), entre otros, es un proceso productor de conocimientos, a partir de la experiencia de intervención en una realidad social, y este sería un nivel de teorización sobre la práctica. En este caso la sistematización representa una articulación entre la teoría y la práctica. Mejora la práctica desde lo que ella misma enseña y por otro lado enriquece o modifica el conocimiento teórico actual y contribuye a convertirlo en una herramienta realmente útil para entender y transformar la realidad.

La sistematización hay que verla como un ejercicio que necesariamente está referido a la experiencia o práctica concreta. ¿Qué es una experiencia práctica?: Son procesos sociales dinámicos en permanente cambio y movimiento, son procesos sociales complejos donde interaccionan de forma contradictoria un conjunto de factores objetivos y subjetivos.

Para sistematizar la experiencia o práctica se deben considerar los siguientes aspectos: (Rodríguez, 2007).

- I. Condiciones del contexto donde se desarrolla la experiencia o práctica. Breve caracterización de la realidad existente, incluye no solamente el espacio físico, sino también los sujetos involucrados.
- II. Situaciones particulares a las que se enfrentan.
- III. Acciones intencionadas que van encaminadas a lograr determinados fines. Acciones dirigidas a solucionar un problema, una necesidad en ese contexto, en esa realidad determinada (debate, clase, taller, seminario, etc.). Por tanto, la acción tiene un carácter

consciente, organizado y con precisión de su objetivo. Estas acciones se encaminan a apoyar los distintos sujetos involucrados.

IV. Realización de la acción prevista. Atendiendo al carácter de cada acción, debe tenerse en cuenta la metodología para su realización, lo que implica planificar y organizar la actividad. Es necesario la utilización de técnicas participativas, medios y materiales docentes de apoyo a la actividad. Debe recordarse que la experiencia involucra a diversos agentes socializadores, por lo que la sistematización también plantea que es necesario tener en cuenta, el significado que va alcanzando la acción que se desarrolla, para esos sujetos participantes. El vocabulario utilizado debe ser entendible por los participantes, ya que estas acciones se enmarcan en la educación popular y al considerarse como parte de un proceso social, ayuda también a la promoción social.

V. Interpretación (sistematización propiamente dicha) de la acción realizada. Debe recordarse que sistematizar implica la reflexión sobre la experiencia. En este sentido ¿Qué es una reflexión crítica? Es la interpretación de la experiencia a partir de un ordenamiento de la reconstrucción que descubre o explicita la lógica del proceso, es decir, factores que han intervenido, relaciones entre sí, por qué se ha hecho de ese modo; hay que explicitar y comprender el sentido de la acción, atender el comportamiento y evolución que ha tenido la acción, a las interpretaciones que los sujetos tiene sobre la acción. Debe tenerse en cuenta que interpretar no es narrar experiencias, sino describir el proceso para interpretarlo, de ahí la necesidad de planificar y organizar la acción a realizar. Es importante tener en cuenta, en la interpretación de la experiencia o práctica, la participación creativa de los sujetos. Los investigadores deben considerar que esta es la parte productiva de la acción, por lo que es necesario realizar una reflexión crítica de

calidad para obtener resultados positivos, ya que las interpretaciones que los sujetos hacen es lo que le da sentido a las acciones.

VI. Resultados esperados o inesperados que van surgiendo. La sistematización es el vínculo que se establece entre la teoría y la práctica. La interpretación de la acción debe propiciar como resultados:

- Nivel de teorización sobre la práctica. Entiéndase como el enriquecimiento o modificación al conocimiento teórico actual, y si es capaz de ser una herramienta para entender y transformar la realidad. Si se mejoró la práctica, desde lo que ella misma nos enseña, es decir, que los resultados deben reflejar el saber y el actuar.
- Elaboración de estrategias pedagógicas. La sistematización es un proceso metodológico. Tiene sus etapas donde debe lograrse una lógica interna, por lo que requiere de los investigadores:
 - Planificación y organización de la experiencia.
 - Preparación metodológica para su ejecución.
 - Iniciativa y creatividad.

La sistematización es un proceso metodológico de reflexión y de producción de conocimiento de las experiencias prácticas de los proyectos e innovaciones educativas.

Desde el punto de vista epistemológico se inscribe en la tradición crítica e interpretativa que relaciona la teoría con la práctica, en otras palabras, el saber y el actuar. No percibe la acción como algo externo al sentido o interpretación que la produce. Por ello construye su lenguaje descriptivo propio “desde adentro” de las propias experiencias, reconstruyendo y explicitando el referencial que le da sentido.

El objeto de la sistematización son las interpretaciones que los sujetos construyen para dar sentido a las acciones que realizan en los contextos en los cuales interactúan. (Rodríguez, 2007).

También se afirma que la sistematización implica conceptualizar la práctica para dar coherencia a todos sus elementos, darle orden, organización, articularla en un todo, es una puesta en sistema, es decir, coherencia entre lo que se pretende y lo que se hace. Todo ello hace que la sistematización sea un proceso participativo o de creación participativa de conocimientos teórico prácticos que logre la acción transformadora, entendida como la construcción de la capacidad protagónica de la realidad o contexto determinado.

Es una interpretación que se caracteriza por descubrir la lógica con la que ese proceso se lleva a cabo, cuáles son los factores que intervienen en él y las relaciones entre ellos.

También explicita intenciones, vivencias acumuladas a lo largo del proceso, atiende los acontecimientos, su comportamiento y evolución, así como las interpretaciones que los sujetos tienen sobre ellos. Se crea un espacio para que esas interpretaciones sean discutidas, compartidas y confrontadas. Esto hace que el concepto de sistematización no se confunda con otros procesos de reflexión como, por ejemplo, la comunicación de experiencias. Por tanto, sistematizar no es narrar experiencias, sino que al sistematizar hay que:

- Describir procesos, lo que es necesario para pasar de lo descriptivo a lo interpretativo.
- Clasificar las experiencias por categorías comunes, esto ayuda al ordenamiento.
- Ordenar y tabular información sobre las experiencias realizadas.

Es así que en esta investigación, en la cual se presenta una propuesta para la sistematización de experiencias pedagógicas, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- Nivel de respuesta para solucionar el problema,

- Nivel de generalización,
- Respuesta que ofrece a las necesidades de realzar la significatividad lógica y psicológica que se requiere para impulsar la apropiación de contenidos,
- Rigor científico,
- Nivel de viabilidad y pertinencia,
- Ventajas y desventajas de los resultados a sistematizar.

A pesar de que lo que se presenta en este trabajo es una propuesta para implementar una sistematización y no la sistematización como tal, se asumen los criterios expuestos y se explican cada una de ellos según los resultados:

Nivel de respuesta para solucionar el problema: Investigaciones defendidas y publicadas, en el área de Física, en particular sobre el contenido de vectores aplicados al concepto de campo eléctrico, en las que se proponen estrategias, alternativas, metodologías, productos tecnológicos y materiales docentes, que contribuyen a dar respuesta a problemas educativos identificados en el proceso docente – educativo.

Estos resultados evidencian el nivel de transformación del objeto investigado, no obstante se revela una carencia que se da en el escaso tratamiento para el aprendizaje de conceptos que representan cantidades vectoriales y su adecuado manejo, así como sus operaciones, especialmente aplicados al aprendizaje de conceptos básicos de Electricidad en el proceso de formación de ingenieros

Nivel de generalización: Los aportes de tales investigaciones y sus resultados pueden ser implementados en otros centros educativos, contextualizados a características de la institución educativa, la comunidad y las peculiaridades del entorno escolar.

Los resultados de las investigaciones sistematizadas, con los ajustes pertinentes para su generalización y retroalimentación, conducen a una actitud diferente con una tendencia positiva a lo que se aspira.

Respuesta que ofrece a las necesidades de realzar la significatividad lógica y psicológica que se requiere para impulsar la apropiación de contenidos: Los resultados que se obtengan producto del proceso de sistematización responderán a las necesidades en el proceso de formación de ingenieros en Colombia y particularmente en la Universidad Santo Tomás, seccional Tunja.

Rigor científico: Los resultados sistematizados poseen un adecuado rigor científico lo cual se revela en la calidad de la lógica científica utilizada, la pertinencia de los métodos utilizados, la efectividad de las propuestas y las transformaciones constatadas, la calidad de los informes escritos y su estructuración, que permiten, por lo general, su contextualización y enriquecimiento. El rigor científico se materializa además en las transformaciones de los investigadores al interactuar con los sujetos implicados para instrumentar las propuestas. Se evidenciará rigor científico en los resultados sistematizados porque fueron concebidos a partir de las características fácticas del escenario investigativo, del objeto investigado y de las condiciones materiales para realizar la investigación. También han sido un resultado de estudios teóricos, de análisis, síntesis y de abstracciones subjetivas de fenómenos reales objetivos que tienen su génesis en la práctica pedagógica.

Nivel de viabilidad y pertinencia: Se ajusta a las características del proceso formativo de ingenieros y responde a las necesidades de aprendizaje de estos. Los resultados sistematizados serán pertinentes porque constituyen un aporte significativo al proceso de formación de ingenieros de forma que favorece el aprendizaje de conceptos básicos de Electricidad, en

particular del concepto campo eléctrico.

Los resultados tendrán un adecuado grado de viabilidad pues pueden ser contextualizados e instrumentados en la práctica pedagógica sin necesidad de utilizar grandes recursos materiales.

Ventajas y desventajas de los resultados a sistematizar: Entre las ventajas la autora considera necesario señalar que abarcan los niveles de desempeño de los estudiantes en los diferentes escenarios donde interactúan (hogar, centro laboral, comunidad, sociedad, grupos de amigos), además se constata que estos resultados pueden ser ajustados y modificados según las peculiaridades de docentes, estudiantes, institución educativa y otros factores sociales implicados.

Como desventaja se determina el tiempo necesario que se le debe dedicar a la preparación de los docentes y la planificación para propiciar las condiciones objetivas y subjetivas para implementar la sistematización.

Luego de haber presentado algunos criterios tenidos en cuenta para la sistematización de los resultados científicos y experiencias pedagógicas seleccionadas, es preciso realizar una descripción de los mismos.

Un estudio teórico sobre los resultados científicos aportados por estos investigadores, le permitió a la autora de esta investigación centrarse en algunas posiciones teóricas y en sus aportes prácticos como punto de partida para realizar la propuesta para la implementación de la sistematización.

3.2. El trabajo con conceptos

En el contenido de la enseñanza se incluye un sistema de conocimientos (conceptos, propiedades, hechos, fenómenos, leyes, regularidades, teorías e hipótesis, reglas y relaciones), habilidades y hábitos, además de un sistema de normas de relación con el mundo (principios,

concepciones, enfoques y convicciones). (Salcedo, 1992)

El qué enseñar, permite el desarrollo de la concepción científica del mundo por parte de los estudiantes, de la cual son parte esencial los distintos conceptos. Igualmente, la asimilación de los conceptos está estrechamente relacionada con la formación y desarrollo de las habilidades.

El concepto es una forma del pensamiento abstracto. En él se reflejan los indicios sustanciales de los objetos. Cada uno de estos indicios, tomado por separado, es imprescindible y todos juntos son suficientes para distinguir un objeto de todos los demás. (Guétmanova. 1989)

Según expresa Campistrous (1993), en todo concepto se puede distinguir:

- Contenido. (incluye las propiedades esenciales que lo determinan)
- Extensión. (indica la clase de objetos que forman el concepto). Según ésta, pueden ser:
 - Compatibles: cuando hay elementos comunes.
 - Subordinados: la extensión de uno está contenida en el otro.
 - Incompatibles: las extensiones están separadas.

Como parte del contenido de la enseñanza de la Física, los estudiantes deben asimilar un sistema de conocimientos en el que aparecen las ideas rectoras, los conceptos principales y los conceptos secundarios, unido a un sistema de habilidades. Los conceptos, su formación y asimilación constituyen el punto de partida para el desarrollo del pensamiento lógico. Por eso es muy importante lograr que el estudiante sea capaz de utilizarlos, dentro y fuera de la clase, del aula y de la institución docente.

Es necesario analizar, entonces, ¿qué aspectos se deben considerar esenciales y lógicos para expresar que el estudiantes es capaz de utilizar un concepto? (Jungk, 1981).

1. Poner de relieve sus características básicas: el punto de partida debe constituirlo entonces, enseñar al estudiante a determinar las facetas inherentes a cada objeto. Precisar sus

propiedades más estables. En este momento desempeña un papel primordial la comparación, que puede darse por características cualitativas o por características cuantitativas y donde se han de realizar operaciones como:

- Determinación de los rasgos. (generales y esenciales)
 - Determinación de la base de comparación. (uso de los rasgos esenciales)
 - La contraposición.
 - Tomar la comparación como base de la comprensión y premisa de la generalización.
2. Definirlo: aquí entran en juego los procesos de abstracción y generalización, pues el estudiante debe ser capaz de separar mentalmente algunos de sus atributos con respecto a otros y a la vez transitar mentalmente de lo singular a lo general (vía inductiva) o de lo general a lo particular (vía deductiva).
 3. Deducir las consecuencias: un aspecto esencial es lograr que el estudiante sea capaz de diferenciar qué es necesario, qué es suficiente y qué es necesario y suficiente, pues el objeto se relaciona con el concepto cuando contiene todo el sistema de propiedades necesarias y suficientes.
 4. Utilizarlo en la solución de problemas.
 5. Aplicarlo a la obtención de conocimientos nuevos.

3.2.1. La Lógica en el estudio de los conceptos

A la Lógica le interesa, en primer lugar, el orden de los pensamientos; por tanto, se puede definir las formas lógicas como el modo u orden de los pensamientos en la conciencia del hombre, es decir, es la estructura del pensamiento y constituyen un reflejo de la realidad material en el cerebro del hombre.

En la Lógica se distinguen tres formas lógicas principales, de modo que cualquier pensamiento

puede ser clasificado en algunos de ellos: los conceptos, los juicios y los razonamientos.

¿Qué entender por pensamiento lógico?

Cuando se dice que el pensamiento es lógico es porque se le atribuye una cualidad: la de ser un pensamiento correcto, ajustado a la realidad. También se puede caracterizar como el pensamiento que permite clasificar en categorías los objetos y así llegar a la solución de problemas, acercándose cada vez más a la respuesta correcta. (Campistrous. 1993)

El pensamiento lógico no consta, por lo común, de ideas particulares, aisladas, sino de concatenaciones de ideas. Los elementos de tales concatenaciones son los juicios los que en su estructura reflejan o ponen de manifiesto los conceptos. En el pensamiento lógico contemporáneo el concepto realiza una doble función. La primera estriba en que el concepto es una condición necesaria para la comprensión de los juicios, desempeñando este papel cuando constituye la idea exacta de los caracteres de un objeto que los distingue de los demás, siendo esta la función más simple de los conceptos. La otra función radica en la capacidad de reflejar en la idea un resultado más o menos completo, una suma de conocimientos, o sea, el concepto como resultado del conocimiento. (Gorsky, 1980)

El lugar que ocupa el concepto en el pensamiento lógico y su importancia no siempre son los mismos. Depende de que se trate del concepto como miembro del juicio o como resultado del conocimiento. Si se considera por su función lógica, o sea, como elemento del juicio, entra en el pensamiento solo como un eslabón indispensable de la relación lógica y lo importante no es el concepto dado como tal, sino la relación concreta del objeto con su propiedad o relación con otros objetos, relación esta que constituye el objeto de afirmar o negar, el objeto de lo pensado en el juicio.

Al considerar el concepto como resultado del conocimiento del objeto, su aplicación sobrepasa

el marco del juicio concreto, pues en este caso no corresponde exactamente a un juicio dado, sino a una serie larga de juicios que reflejan en su conjunto todas las facetas y relaciones conocidas del objeto.

3.2.2. Procedimientos lógicos asociados a los conceptos

Entre los procedimientos lógicos, según Campistrous (1993), asociados a los conceptos, se encuentran:

1. Reconocer propiedades.
2. Distinguir propiedades. (esenciales, necesarias y suficientes)
3. Identificación de conceptos. (decidir si un objeto pertenece o no a la extensión de un concepto)
4. Definir. (caracterizar, describir). Se utiliza en la elaboración de definiciones (caracterizaciones o descripciones). Describir significa enunciar los rasgos exteriores del objeto con el fin de distinguir los parecidos a él. Se utiliza en definiciones, cuyo contenido se basa en cualidades que se perciben al observar el objeto (López, 1990 y Concepción, 1996). Caracterizar significa enunciar propiedades internas y esenciales de los objetos y fenómenos, o sea, se utiliza en definiciones cuyas cualidades no se perciben a simple vista. Se combinan cuando el contenido del concepto requiere enumerar características internas y externas.
5. Clasificar (sistematizar), se utiliza para separar los conceptos en clases.
6. Ejemplificar, procedimiento que consiste en recordar rasgos esenciales de los objetos, seleccionar los que posean esos rasgos e identificar si pertenecen a la clase dada.
7. Deducir propiedades, es el procedimiento que permite concluir que un objeto posee determinadas propiedades, a partir de su identificación como perteneciente a un

concepto dado.

Otro elemento importante en la formación de conceptos lo constituye el carácter psicológico en la formación de los mismos.

Los conceptos no se pueden estudiar solo en el plano de los procesos lógicos, es importante también analizarlo desde el punto de vista psicológico.

3.2.3. El carácter psicológico en la formación de conceptos

Durante el proceso instructivo-educativo el maestro asume una obligatoriedad doble, representada por la relación lógica-didáctica ante el contenido que aprende el discente y una relación pedagógica-psicológica ante el mismo como individualidad y ente social. En esta última, es importante que el estudiante aplique las acciones asimiladas a nuevas tareas, con el mínimo de errores. Esto se puede lograr mediante la formación de conceptos como vía fundamental de representación del conocimiento científico.

De esto lo importante es poder determinar qué está ocurriendo en la mente del estudiante al activarse estas operaciones y realizar las modificaciones correspondientes en cada caso.

Es preciso, entonces, utilizar diferentes medios reveladores de los efectos provocados por una acción didáctica aplicada, como resultado final y expresados en el grado de sistematización del conocimiento alcanzado por el estudiante, que puede ser mediante palabras, relaciones, solución de problemas, etc.

Davidov y Radzikovsky (1984) plantean que el grado superior de sistematización del concepto debe ser la generalización, que no puede confundirse con operar a un nivel de ciertas representaciones concretas y tener presente que no todos los conocimientos generalizados poseen el carácter de conceptos.

Investigaciones psicológicas han servido para demostrar que en la actividad de los estudiantes

para asimilar y aplicar los conocimientos, es necesario que los diversos materiales didácticos propicien distintos métodos de análisis, síntesis, de abstracción y generalización.

Por tanto, para formar conceptos correctos es necesario enseñar a los discentes los métodos de la actividad mental con los cuales pueden llegar a poner de manifiesto, destacar y unir los rasgos esenciales de los objetos y fenómenos que estudian, y a los profesores las formas de enseñar estos métodos y las etapas fundamentales que se deben observar en la formación de conceptos.

En el proceso pedagógico la palabra constituye el medio fundamental para la formación de conceptos, ya que además es el signo representativo de los significados que permite la asimilación mediante la identificación de estos.

Todo lo anterior debe constituir para maestros y estudiantes factores a tener en cuenta para el desarrollo de la actividad psíquica en la formación de conceptos.

Muchos textos de psicología coinciden en que para dirigir la actividad psíquica del estudiante en la formación de conceptos correctos es preciso, destacar los rasgos necesarios y suficientes de los restantes y además hacerlos significativos a los estudiantes.

Esto es un elemento importante en la formación de los conceptos, en los que están presentes las particularidades de la personalidad del estudiante y que el maestro debe conocer cuáles son las aspiraciones de estos y cómo se manifiesta ante los aciertos y los errores. Según Petrovski (1990) existe un grupo de condiciones que desde el punto de vista psicológico influyen en la formación de conceptos, entre las que destacamos las siguientes:

- Las peculiaridades de la personalidad y la motivación.
- Los esfuerzos orientados hacia la búsqueda del conocimiento.
- El análisis previo de la esencia de la tarea mental y la valoración de sus posibles

soluciones; tener conciencia de para qué, por qué y cómo.

- El conocimiento de propiedades, relaciones y funciones de los objetos precedentes que sirvan de base.
- La adecuada orientación del pensamiento.

(...) Uno de los aspectos fundamentales de cualquier disciplina, es la arquitectura conceptual sobre la que se construye... (Medina y Sevillano, 1995).

Entre los elementos fundamentales en el proceso docente-educativo están los conceptos de enseñanza y aprendizaje sobre los cuales se tratan, en este trabajo, algunos elementos.

3.2.4. Conceptos de enseñanza y aprendizaje

Medina y Sevillano (1995) plantean que la enseñanza es la acción desarrollada con la intención de llevar a alguien el aprendizaje. Se trata en esencia del intento de provocar algún aprendizaje a través de dicha acción o procesos de acciones. (...) Es y se inicia (como conducta del profesor) y produce sus resultados (como aprendizaje del estudiante), es proceso y es resultado...

No solo el profesor es protagonista de la enseñanza sino que profesor, estudiante y contexto participan activamente.

“No se puede comprender lo que sucede en la enseñanza, se viene a decir, si junto a lo que hacen profesores y estudiantes no se considera también el por qué lo hacen (es decir qué aspectos no observables están condicionando y/u orientando su forma de actuar: pensamiento, creencias, actitudes, intenciones, etc.” (Medina y Sevillano, 1995, p. 89)

Por otra parte, estos mismos autores plantean que cuanto (...) más y mejor seamos capaces de definir el concepto de enseñanza mejor podremos investigar sobre él, y cuanto más claro tengamos el contenido y sentido de la formación en nuestros días mejor se podrá valorar la

realidad de las clases (...).(Medina y Sevillano, 1995, p. 90)

Estos autores a lo largo de su trabajo hacen referencia a determinados factores que se deben tener en cuenta para una enseñanza más efectiva, entre los que señalamos los siguientes:

- Considerar el esfuerzo personal del que aprende según sus posibilidades.
- Crear situaciones que provoquen esfuerzos mentales en los discentes.
- Tener en cuenta los procesos perceptivos y cognitivos de los estudiantes que dan lugar a las acciones que estos realizan.
- Que los estudiantes aprenden haciendo.
- Potenciar que los estudiantes apliquen lo aprendido en todas sus dimensiones.

La enseñanza es la actividad reflexiva, que empleando una óptima comunicación y generando una adecuada interacción promueve y propicia que el estudiante adquiera un estilo de aprendizaje significativo; es una actividad esencialmente intencional que pretende organizar los distintos niveles de acción, generando situaciones que promueven el aprendizaje de los estudiantes. Es potenciadora de estilos de comunicación entre profesores y estudiantes y de estos entre sí.

Según Ausubel (1978) y Gil y Guzmán (1993), saber cómo aprende el alumno y qué variables influyen en ello, no se dirige a saber más sobre el aprendizaje, sino que en la didáctica está en relación directa con saber más sobre qué hacer para ayudarlo a aprender mejor.

El aprendizaje, refieren Medina y Sevillano (1995) lo conforma:

- Adquirir información y conocimientos, es aumentar el propio patrimonio cultural.
- Modificar las actitudes, las modalidades de comportamiento y de relación con los otros y con las cosas.
- Enriquecer las propias perspectivas existentes y las capacidades operativas, extraer

información del ambiente en que se vive.

Por otra parte, estos mismos autores señalan que el modelo cognitivo propicia tres cambios importantes en la concepción del proceso enseñanza-aprendizaje.

1. Se ve el aprender como un proceso activo que ocurre dentro del alumno y que es influido por el aprendiz.
2. Se ve el aprendizaje como algo que depende tanto de la información que el profesor presenta como del proceso seguido por el aprendiz para procesar tal información.
3. Dos tipos de actividad condicionan el proceso de aprender: las estrategias de enseñanza y las de aprendizaje.

El aprendizaje no se puede ver como una tarea sola del aprendiz, sino que en ella es importante la tarea del profesor, de enseñar a aprender, por lo que podemos decir que el aprendizaje es un proceso complejo y mediado, donde la estructura de mediación más importante la constituye el estudiante, ya que él filtra los estímulos, los procesa y con ello construye los contenidos del aprendizaje, y está relacionado con la motivación que tiene el que aprende con relación a lo que el profesor (facilitador) le orienta, por lo que se coincide en que es vital tener en cuenta los intereses del que aprende.

Bransford y Barri Stein (1993) consideran que el potencial determinante en la enseñanza y el aprendizaje en el aula es el conjunto de los atributos de los agentes (profesor-estudiante).

Bermúdez y Rodríguez (1996) plantean que solo cuando proporcionamos las condiciones necesarias para el establecimiento de las relaciones por el propio estudiante es que se puede garantizar la construcción de sus conocimientos. Por otro lado hacen referencia a que la transmisión de los denominados puentes conceptuales y la fijación de determinados criterios relacionales, pueden considerarse condiciones que facilitan el aprendizaje cognitivo.

Según estos mismos autores, con los cuales coincide la autora de este trabajo, la formación del conocimiento adquiere, hoy en día, una importancia connotada ya que tiene gran incidencia en una preparación sólida de los futuros profesionales es decir, (...) por la posibilidad de estos de instrumentar la ejecución de actuación en virtud del pensamiento científico (...) y además, un sistema de enseñanza que quiere mantenerse a la altura de la ciencia, no puede prescindir de un pensamiento teórico.

3.3. El trabajo con conceptos en la enseñanza de la Electricidad

La teoría de los conceptos es abordada por múltiples investigadores en los campos de la Psicología, la Filosofía, la Didáctica, entre otros. Entre todas las ciencias que hacen referencia al asunto de los conceptos se distingue la Lógica. Se encuentran también referencias en *Introducción a la epistemología objetivista* (Rand, 1979). El asunto de los conceptos conocido como "el problema de los universales" es el asunto central de la Filosofía. Dado que el conocimiento humano se obtiene y se mantiene de forma conceptual, la validez del conocimiento humano depende de la validez de los conceptos. Según algunos filósofos los conceptos son abstracciones de universales, y todo lo que el hombre percibe es particular, concreto. De aquí que emanan problemas filosóficos y lógicos tales como: ¿cuál es entonces la relación entre abstracciones y conceptos? ¿A qué exactamente se refieren los conceptos en la realidad? ¿Se refieren a algo real, algo que existe, o son meras invenciones de la mente del hombre, constructos arbitrarios o vagas aproximaciones que no se puede afirmar que representen al conocimiento?

En textos de lógica dialéctica se esbozan los conceptos como construcciones o imágenes mentales, por medio de las cuales comprendemos las experiencias que emergen de la interacción con nuestro entorno. Estas construcciones surgen por medio de la integración en

clases o categorías que agrupan nuestros conocimientos y experiencias nuevas con los conocimientos y experiencias almacenados en la memoria. Se considera una unidad cognitiva de significado; un contenido mental que a veces se define como una "unidad de conocimiento".

La formación de conceptos es un proceso complejo y determinante en el aprendizaje. En el caso de la enseñanza - aprendizaje del Electromagnetismo, y en específico de la Electricidad, se trabajan conceptos que trascienden en el desarrollo del pensamiento abstracto del futuro profesional y contribuyen a la formación de la concepción científica del mundo, en específico, a la comprensión del fenómeno electromagnético.

El carácter complejo de la formación de conceptos reside en primer lugar, en la diversidad de fuentes de adquisición del conocimiento, puesto que el sujeto aprende al realizar asociaciones en su pensamiento en el contexto de la interacción con el medio, con sus coetáneos y con otras muchas fuentes. Por otro lado, cada ser individual procesa toda la información de manera diferente en correspondencia con la cultura adquirida, intereses, aspiraciones, en fin, a tono con su desarrollo cognitivo y personal.

En América se distinguen profesionales de la educación que abordan en sus trabajos la formación de conceptos en determinadas áreas del saber científico. En el ámbito de la enseñanza del Electromagnetismo se cuenta con investigaciones que hacen referencia a las etapas de la formación de conceptos (San Juan 2013). Al respecto se plantean las siguientes:

- 1- ***Etapas de familiarización con los fenómenos de naturaleza electromagnética.*** Es el momento preliminar del desarrollo cognitivo del educando, en correspondencia con los inicios del abordaje de cada nuevo conocimiento durante el desarrollo de las clases de Electromagnetismo. En tales momentos o circunstancias se van construyendo

significados y sentidos. Se establecen conjeturas hipotéticas acerca de la existencia de determinados objetos y fenómenos y su naturaleza. Por ejemplo: se aprecian las acciones de los cuerpos electrizados, los efectos de atracción y repulsión entre imanes o conductores con corrientes o las consecuencias de la existencia de campos variables en el tiempo. Ocurre una “contemplación viva”

- 2- ***Etapas de interpretación fenomenológica.*** Los datos de la “contemplación viva” son elaborados y generalizados por la facultad cognoscitiva del hombre, por el pensamiento verbal, abstracto y lógico, que se realiza en forma de juicios y razonamientos. Se ejecuta una caracterización de los objetos y fenómenos sobre la base de las comparaciones, ejemplificaciones, inferencias, etc. Al educando se le debe enseñar a reflexionar sobre la base del análisis: ***causa- efecto.*** Por ejemplo: durante el estudio del fenómeno de inducción electromagnética se debe dirigir la atención a las características de la fuerza electromotriz inducida o corriente inducida en un circuito inductivo simple cuando:

- Se acerca un imán lentamente.
- Se aleja el imán lentamente.
- El movimiento relativo es rápido.
- Se incrementa la inductancia de algún modo.

En este caso la comparación trasciende en la construcción del cuadro cualitativo del fenómeno. Se dirige la atención hacia la percepción espacio temporal y de movimiento.

- 3- ***Construcción y reconstrucción del Cuadro Cualitativo de los objetos y fenómenos de naturaleza electromagnética.*** Este cuadro cualitativo está constituido por las representaciones mentales de las relaciones, que pueden revelarse o exteriorizarse en esquemas o modelizaciones de forma general, que incluyen modelos teóricos (por

ejemplo: fórmulas). En el Electromagnetismo, es vital la construcción y comprensión de las líneas del campo electrostático, las superficies equipotenciales, las líneas de inducción, las superficies gaussianas, los anillos amperianos, etc. Estos elementos del conocimiento son puntos de máxima incidencia en el desarrollo del pensamiento abstracto, en la apropiación de los conceptos durante el estudio del Electromagnetismo. En esta etapa el conocimiento se va transformando, se reconstruye el cuadro cualitativo en la medida en que se profundiza en la esencia de los fenómenos y sus aplicaciones prácticas.

- 4- ***Comprensión de modelos teóricos del cuadro.*** Aflora la flexibilidad, movilidad, interconexión y transiciones de los conceptos. Se aprecian los cambios o suma de cualidades de los objetos y fenómenos estudiados. En esta apreciación incide la experiencia y la cultura científica adquirida. Por ejemplo: en una primera aproximación al fenómeno de la inducción electromagnética, se entienden las consecuencias de las variaciones del flujo magnético (aparición de una fuerza electromotriz inducida). Luego se transita a otros niveles de comprensión y análisis donde se abordan las relaciones entre campos, hecho sintetizado en el modelo teórico siguiente:

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \frac{d}{dt} \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S}$$

O en su forma diferencial:

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

- 5- ***Aplicación de los modelos teóricos, con énfasis en las ecuaciones de Maxwell como síntesis de la existencia y relaciones entre campos.*** Se produce en esta etapa la fijación del concepto y la máxima apropiación. El estudiante es capaz de establecer

vías para el análisis y solución de problemas, ya sean reproductivas o creativas, pero que revelan la comprensión de la esencia de los fenómenos. En la aplicación de los modelos se reajustan los significados y sentidos.

Las etapas cuatro y cinco intervienen en la reconstrucción de conceptos. Las imágenes mentales (representaciones) formadas de los objetos y fenómenos cambian, son más completas en relación a lo aprendido en la familiarización fenomenológica. En la comprensión y aplicación de modelos se intuye de forma rigurosa, de aquí que, es esencial el trabajo con expresiones matemáticas como síntesis de relaciones.

La *aplicación* demanda de las generalizaciones teóricas y constituye una revelación de lo más avanzado de la memoria lógico - verbal. Las ideas sobre los objetos y fenómenos se presenta a través del lenguaje preciso y complejo de las expresiones de la Física - Matemática empleadas en el Electromagnetismo y posibilitan caracterizar la realidad circundante, resolver problemas científicos- técnicos y/o situaciones de aprendizaje. En tal sentido, si han transcurrido las etapas anteriores satisfactoriamente y además, el que aprende el concepto se apoya en los conocimientos precedentes apropiados desde la familiarización fenomenológica y concientiza su utilidad; entonces se manifiesta la significatividad lógica y psicológica del aprendizaje de los conceptos. Luego se viabiliza la ***transferencia*** del conocimiento en torno a los conceptos a nuevas situaciones para resolver.

3.4. Contenidos de los conceptos básicos de Electricidad en las carreras de ingenierías

Los contenidos de Electromagnetismo se refieren a los conocimientos, hábitos, habilidades y valores a formar durante el proceso de enseñanza aprendizaje de esta asignatura. Entre los conocimientos que deben impartirse se distinguen: definiciones de conceptos, leyes,

metodologías, descripciones de experimentos o fenómenos, aspectos históricos de la ciencia en cuestión, entre otros.

En el sistema de conocimientos, la formación de conceptos tiene un papel esencial. Por ejemplo: no se comprende una ley de la Física si no se dominan los conceptos implicados. Tal es el caso de la Ley de Gauss para la Electrostática. Para entender su sentido se debe saber qué es el flujo de un vector (concepto matemático), así como una especificidad: el flujo del vector intensidad de campo eléctrico. De modo similar se debe saber qué es carga neta o las densidades lineales, superficiales y volumétricas de carga, entre otros conceptos que sustentan el análisis como el de líneas de fuerza del campo eléctrico, superficies gaussianas, entre otros. Al revisar los estándares curriculares en relación a la enseñanza del Electromagnetismo en las carreras de ingeniería se puede observar la determinación de conceptos fundamentales y genéricos y otros, algunos considerados de la Física – Matemática que se insertan en los contenidos de enseñanza.

3.4.1 Conceptos fundamentales y genéricos

Los conceptos genéricos permiten delimitar y caracterizar especies o conceptos que se subordinan. Se erigen como conceptos centrales en el estudio de una ciencia. En el contexto del Electromagnetismo se consideran conceptos fundamentales y genéricos los siguientes:

- Carga
- Fuerza
- Campo
- Corriente
- Energía

El concepto de **carga eléctrica** trasciende en la interpretación de la Ley de Coulomb, se

estudia además las propiedades de la carga eléctrica (conservación, cuantización). Se esboza el sentido de carga superficial, carga volumétrica, carga superficial inducida, carga libre, carga neta, cargas circulantes, entre otras).

Al concepto genérico **corriente** se subordina, entre otros conceptos:

- corriente continua
- corriente parásita
- corriente alterna
- corriente de desplazamiento (que conserva la noción de que la corriente tiene continuidad)

En relación al **campo** se abordan los conceptos:

- campo eléctrico (uniforme y no uniforme)
- campo magnético en imanes permanentes
- campo magnético en una corriente continua
- campo electrostático en presencia de conductores
- campo homogéneo
- campo de un dipolo
- campo local (en presencia de dieléctricos)
- campo de saturación (cuando se alcanza la polarización máxima posible)
- campo crítico (campo que elimina la superconductividad)
- campo magnético estacionario.
- campo de la corriente elemental.
- campo eléctrico inducido.
- campo magnético en rotación.

- campo electromagnético, entre otros.

Fuerza. Concepto genérico que trasciende en el estudio de leyes. En el contexto del Electromagnetismo se estudia:

- fuerza de interacción electrostática.
- fuerza electromotriz.
- fuerza magnética sobre una partícula en movimiento y sobre un conductor con corriente.
- fuerza resultante o fuerza de Lorentz.
- fuerza electromotriz de movimiento o cinética.
- fuerza electromotriz alterna.
- fuerza coercitiva (fuerza de retención en los núcleos de electroimanes evidente en la histéresis)

En algunos estudios sobre conceptos también se considera fundamental el de **energía**. Se esboza: energía del campo eléctrico, energía del campo magnético entre otras.

Otros conceptos:

- densidad de corriente
- densidad superficial de carga
- densidad volumétrica de carga
- desplazamiento eléctrico
- resistencia
- resistividad
- conductividad
- momento de torsión

- líneas de inducción del campo magnético
- potencial de campos
- polarización
- permeabilidad magnética
- flujo magnético
- variación del flujo magnético
- inducción magnética
- magnetización
- permeabilidad magnética
- autoinducción
- inducción mutua
- oscilaciones electromagnéticas
- trabajo y potencia de la corriente eléctrica
- electroconductividad
- capacitancia
- inductancia
- impedancia, entre otros.

Conceptos considerados de la Física – Matemática en el contexto del Electromagnetismo:

- espacio vectorial
- rotacional del vector
- gradiente
- potencial escalar
- normalización

- componente normal y tangencial de un vector
- condición de frontera, entre otros

Evidentemente es imposible realizar en una investigación especificaciones sobre la formación de todos los conceptos. Sin embargo, por la trascendencia del concepto ***campo*** resulta útil implementar métodos viables para su formación en la enseñanza del Electromagnetismo.

Como se ha explicado es extensa la lista de conceptos a tratar en el Electromagnetismo. Por tal motivo y dado el carácter primario de los conceptos sobre Electricidad, solo se abordarán estos en el contexto de la investigación.

Los conceptos a tratar son los siguientes:

- Carga eléctrica.
- Fuerza eléctrica.
- Campo eléctrico.
- Potencial eléctrico

Estos se relacionan entre sí para conformar un sistema de conocimientos. Por ejemplo, no es posible hablar de fuerza eléctrica o electrostática, sin saber que significa que un cuerpo esté cargado. Por otro lado, las modelaciones matemáticas avanzadas sobre el potencial eléctrico no se conciben separadas de sus relaciones con la intensidad del campo eléctrico como magnitud vectorial que caracteriza dicho campo.

El asunto del tratamiento de la corriente eléctrica está en los límites de la Electricidad y el Magnetismo, en tanto en la Electricidad solo se consideran las mediciones de parámetros de circuitos eléctricos y por ende los efectos intrínsecos. En cambio, cuando se valoran los efectos extrínsecos del movimiento ordenado de partículas cargadas se establece un punto de partida para analizar los efectos relativistas del campo eléctrico y se puede dar inicio al estudio

del magnetismo.

En los epígrafes siguientes se sistematiza sobre la formación de los conceptos de Electricidad antes mencionados.

3.5 Marco Legal

A continuación se presentan una serie de artículos de Ley 30 de Diciembre 28 de 1992 por el cual se organiza el servicio público de la Educación Superior que sirven como bases legales para desarrollar esta propuesta de sistematización de experiencias pedagógicas

CAPITULO I Principios

Artículo 1° La Educación Superior es un proceso permanente que posibilita el desarrollo de las potencialidades del ser humano de una manera integral, se realiza con posterioridad a la educación media o secundaria y tiene por objeto el pleno desarrollo de los alumnos y su formación académica o profesional.

Artículo 4° La Educación Superior, sin perjuicio de los fines específicos de cada campo del saber, despertará en los educandos un espíritu reflexivo, orientado al logro de la autonomía personal, en un marco de libertad de pensamiento y de pluralismo ideológico que tenga en cuenta la universalidad de los saberes y la particularidad de las formas culturales existentes en el país. Por ello, la Educación Superior se desarrollará en un marco de libertades de enseñanza, de aprendizaje, de investigación y de cátedra.

CAPITULO II Objetivos.

Artículo 6° Son objetivos de la Educación Superior y de sus instituciones: a) Profundizar en la formación integral de los colombianos dentro de las modalidades y calidades de la Educación Superior, capacitándolos para cumplir las funciones profesionales, investigativas y de servicio

social que requiere el país. b) Trabajar por la creación, el desarrollo y la transmisión del conocimiento en todas sus formas y expresiones y, promover su utilización en todos los campos para solucionar las necesidades del país. c) Prestar a la comunidad un servicio con calidad, el cual hace referencia a los resultados académicos, a los medios y procesos empleados, a la infraestructura institucional, a las dimensiones cualitativas y cuantitativas del mismo y a las condiciones en que se desarrolla cada institución. d) Ser factor de desarrollo científico, cultural, económico, político y ético a nivel nacional y regional. e) Actuar armónicamente entre sí y con las demás estructuras educativas y formativas. f) Contribuir al desarrollo de los niveles educativos que le preceden para facilitar el logro de sus correspondientes fines. g) Promover la unidad nacional, la descentralización, la integración regional y la cooperación interinstitucional con miras a que las diversas zonas del país dispongan de los recursos humanos y de las tecnologías apropiadas que les permitan atender adecuadamente sus necesidades. h) Promover la formación y consolidación de comunidades académicas y la articulación con sus homólogas a nivel internacional. i) Promover la preservación de un medio ambiente sano y fomentar la educación y cultura ecológica. j) Conservar y fomentar el patrimonio cultural del país.

CAPITULO VII Del fomento, de la inspección y vigilancia.

Artículo 31. De conformidad con los artículos 67 y 189, numerales 21,22 y 26 de la Constitución Política de Colombia y de acuerdo con la presente Ley, el fomento, la inspección y vigilancia de la enseñanza que corresponde al Presidente de la República, estarán orientados a: a) Proteger las libertades de enseñanza, aprendizaje, investigación y cátedra. b) Vigilar que

se cumpla e impere plena e integralmente la garantía constitucional de la autonomía universitaria. c) Garantizar el derecho de los particulares a fundar establecimientos de Educación Superior conforme a la ley. d) Adoptar medidas para fortalecer la investigación en las instituciones de Educación Superior y ofrecer las condiciones especiales para su desarrollo. e) Facilitar a las personas aptas el acceso al conocimiento, a la ciencia, a la técnica, al arte y a los demás bienes de la cultura, así como los mecanismos financieros que lo hagan viable. f) Crear incentivos para las personas e instituciones que desarrollen y fomenten la técnica, la ciencia, la tecnología, las humanidades, la filosofía y las artes. g) Fomentar la producción del conocimiento y el acceso del país al dominio de la ciencia, la tecnología y la cultura. h) Propender por la creación de mecanismos de evaluación de la calidad de los programas académicos de las instituciones de Educación Superior. i) Fomentar el desarrollo del pensamiento científico y pedagógico en Directivos y docentes de las instituciones de Educación Superior.

Capítulo 4. Diseño metodológico

La investigación derivada en una propuesta para implementar una sistematización para el manejo de vectores aplicado al concepto de campo eléctrico, requiere diversidad de acercamientos, en cuanto a las perspectivas de las personas que intervienen y a las inquietudes por los argumentos que surgen durante el proceso de planificación y aplicación de los mismos, particularmente en los procesos para la formación de ingenieros en la Universidad Santo Tomás, seccional Tunja.

4.1. Tipo de investigación

La presente investigación se sitúa dentro de la línea de investigación denominada Mediaciones y prácticas pedagógicas, y es de tipo descriptivo y sistemático. El diseño de la investigación está enmarcado en un enfoque cualitativo, al respecto (Sandín Esteban, 2003, p. 47) afirma que es una actividad “... sistemática orientada a la comprensión en profundidad de fenómenos educativos y sociales, a la transformación de la práctica y escenarios socioeducativa, a la toma de decisiones y también hacia el descubrimiento y desarrollo de un cuerpo organizado de conocimientos”.

El método es sistematización de experiencias, donde el investigador es un sujeto más, comprometido con el cambio, pues es el estudio de una situación social en la que “... participan maestros y estudiantes con objeto de mejorar la calidad de la acción, a través de un proceso cíclico en espiral de diagnóstico del problema, planificación, acción, reflexión y evaluación del resultado de la acción”. (Kemmis y McTaggart, 1992, p. 97)

4.2. Alcance del estudio

La presente investigación pretende favorecer el desarrollo de habilidades para el manejo de vectores aplicado al concepto de campo eléctrico, pues estos son conocimientos indispensables

para la formación científica y técnica de los futuros ingenieros en la Universidad Santo Tomás seccional Tunja, de manera que comprendan los fenómenos, específicamente los eléctricos y los principios en los cuales se sustenta la tecnología.

En la investigación se propone abordar el concepto de campo eléctrico, tanto el generado por partículas cargadas como por distribuciones de cargas, para lo cual se desarrollaron seis talleres. Es de destacar que los talleres 5 y 6 no fue posible trabajarlos en clases debido a lo limitado del tiempo para tratar esta temática dentro del contenido programático de la asignatura.

4.3. Unidad de análisis

La presente investigación se realiza a un grupo de 30 estudiantes que pertenecen a las carreras de Ingeniería Electrónica, Mecánica, Civil y de Sistemas de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja y que se encuentran cursando la asignatura Física Eléctrica en los cursos orientados por la autora del presente trabajo. Los parámetros seguidos para la selección de los estudiantes fueron que cursaran la asignatura por primera vez y que la cantidad de estudiantes de cada programa que participaran en la implementación de la propuesta fuera proporcional al número total de estudiantes de cada programa que cursaban la asignatura.

4.4. Técnicas e instrumentos utilizados

Teniendo en cuenta la metodología de la investigación y el objeto de estudio de esta investigación, los instrumentos que se utilizaron fueron: la observación participante y pruebas (cuestionarios).

La observación participante se utiliza como técnica de recolección de la información, puesto que el investigador hace parte activa del proceso al diseñar y coordinar la implementación de la propuesta. Según (Jiménez, 2000, p. 95) la define como: “... lo que constituye la percepción

dirigida hacia los objetos y fenómenos de la realidad.”; con el propósito de diseñar y coordinar la implementación de la estrategia lúdica que desarrolle habilidades geométricas en los estudiantes de grado tercero a través de observación directa en el aula.

Se realizará una observación directa. Según Puentes (2002) es directa, pues el investigador se pone en contacto con el hecho o fenómeno que trata de investigar, ya que, los investigadores, mediante la aplicación de actividades previamente planeadas pueden iniciar su ejercicio de observación. Sólo que al realizar dicho ejercicio ya la finalidad no sería profundizar en algunos elementos del problema sino, que, la finalidad es más bien identificarlos para luego emprender otras acciones en aras de solucionar las situaciones que allí se presenten en el grupo estudiado.

También se consideran los cuestionarios con preguntas abiertas que es lo que se ajusta a la sistematización, pues lo que se aprende es producto de la reflexión del hacer. Este cuestionario se dirige a diagnosticar el estado de los conocimientos, hábitos y habilidades de los sujetos.

Por la información obtenida, el investigador puede conocer las causas generales que han provocado un fenómeno en estudio, hacer la valoración de las distintas actividades, las dificultades que se afrontan para el desarrollo de determinadas tareas, procesos, o propuestas metodológicas. Los datos obtenidos, por sí mismos, no permiten llegar a conclusiones; es necesario procesarlos, analizarlos e interpretarlos, a partir de los conocimientos que se posean del fenómeno o problemática o estudiada. (ICCP, 2012)

Capítulo 5. Propuesta de sistematización

En este capítulo se presenta la alternativa metodológica que respalda la propuesta y se modelan las actividades sustentadas en la propia alternativa metodológica para el aprendizaje de conceptos básicos de Electricidad, fundamentada en el trabajo vectorial, especialmente a partir del concepto campo eléctrico para formular las actividades y ejercicios en aras de la formación científico profesional de ingenieros en la Universidad Santo Tomás seccional Tunja.

5.1. Alternativa metodológica para la implementación de una sistematización de experiencias pedagógicas, para favorecer el trabajo vectorial durante el aprendizaje de conceptos básicos de Electricidad en estudiantes de ingeniería de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja

5.1.1. Introducción

En este epígrafe se presenta el aporte esencial de la investigación, que consiste en una alternativa metodológica para favorecer el trabajo vectorial durante el aprendizaje de conceptos básicos de Electricidad, como propuesta para implementar una sistematización de experiencias pedagógicas y resultados científicos en el contexto de la formación de ingenieros. El epígrafe está estructurado a partir de la fundamentación de la alternativa metodológica propuesta y su objetivo general y cierra con sugerencias metodológicas generales para propiciar la sistematización y facilitar la instrumentación práctica de la propuesta. Seguidamente se incluye la presentación y explicación de la alternativa metodológica. Finalmente se presenta un epígrafe dedicado a la valoración de la efectividad y pertinencia de la alternativa metodológica para favorecer el trabajo vectorial durante el aprendizaje de conceptos básicos de Electricidad, propuesta de la sistematización de experiencias y resultados

científicos en el contexto de formación de ingenieros, durante la instrumentación parcial en la práctica pedagógica de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja.

5.1.2. Fundamentación de la alternativa metodológica

Rodríguez y Bermúdez (1996), consideran que una metodología son métodos, procedimientos, técnicas, regulados por determinados requerimientos o exigencias. Este proceso permite ordenar el pensamiento y modo de actuación para la búsqueda o descubrimiento de nuevos conocimientos en la solución de un problema en la práctica.

Álvarez de Zayas (1999), aprecia que una metodología debe rebasar el marco del método o el procedimiento y es concebida como una ciencia o parte de ella, que estudia la dirección de un proceso sobre la base de leyes que rigen su comportamiento.

La autora asume a partir del análisis de los conceptos anteriores, la concepción de una alternativa metodológica como una vía u opción dirigida a introducir en la práctica pedagógica la sistematización de resultados científicos y experiencias pedagógicas generadas en la actividad científica de pedagogos, en lo relacionado al aprendizaje del trabajo vectorial a través de ejercicios y problemas del campo eléctrico, en estudiantes de ingeniería de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja y considera necesario apuntar determinados elementos para la elaboración de la alternativa que propone, entre ellos:

5.1.3. Objetivo de la alternativa metodológica

A partir de los documentos normativos y programas de formación de ingenieros, a la singularidad de este trabajo investigativo y consecuentes a la formulación gradual de objetivos, la autora propone como objetivo de la alternativa metodológica:

- Propiciar la instrumentación de experiencias pedagógicas y resultados científicos sistematizados y generados a partir de la actividad científica de pedagogos, en lo

relacionado al trabajo vectorial para el aprendizaje de conceptos básicos de Electricidad, en estudiantes de ingeniería de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja.

Esta sistematización favorecerá la preparación de docentes para desarrollar el trabajo de la identificación de magnitudes físicas, su representación vectorial, los procedimientos matemáticos necesarios y las fundamentaciones, análisis y valoraciones físicas, durante el aprendizaje de conceptos básicos de Electricidad en estudiantes de ingeniería de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja.

5.1.4. Sugerencias metodológicas generales para propiciar la sistematización y facilitar la instrumentación práctica de la propuesta

El aprendizaje del concepto de campo eléctrico, a partir del trabajo vectorial, es un aspecto que la autora considera de suma importancia al estructurar la alternativa metodológica propuesta en esta investigación y precisa para ello algunos comentarios:

- La mayor parte de los estudiantes, apenas tiene algunas ideas acerca del campo eléctrico, a pesar de figurar en los planes de estudio desde el Bachillerato. A las dificultades del concepto de campo se añade las pocas experiencias relevantes que hacen en electricidad y magnetismo.
- El estudio de los campos requiere que sea explicado de forma ordenada y consistente, de modo que los estudiantes no lo perciban como un conjunto de esquemas y fórmulas que hay que memorizar para resolver un determinado problema. Se necesita tiempo de maduración y numerosas situaciones en orden de dificultad creciente, en las que se pueda aplicar el concepto de campo en sus diversas manifestaciones.
- El concepto de campo es abstracto, y se precisa crear un vector que sea una propiedad local atribuible a la presencia de cargas en el espacio. Si se conoce el campo eléctrico en

un punto cualquiera, entonces se puede evaluar la fuerza ejercida sobre una carga q situada en ese punto sin necesidad de preocuparse por la distribución de cargas que lo produce.

- Una vez que se define el concepto de campo, se pasará a enunciar el principio de superposición de campos, aplicándolo a distribuciones dadas de cargas puntuales. El concepto de potencial eléctrico se definirá a partir del carácter conservativo del campo eléctrico.
- A continuación, se puede calcular, de forma directa, el campo eléctrico producido por distribuciones continuas de cargas con cierta simetría, para asociar la dirección del campo eléctrico con la simetría de la distribución de carga y como paso previo a la explicación de la Ley de Gauss del campo eléctrico.
- Aplicar la Ley de Gauss entraña una doble dificultad, el concepto abstracto de campo, y el concepto de flujo. El flujo del campo eléctrico a través de una superficie cerrada arbitraria permite formular la Ley de Gauss, lo que es equivalente a la dependencia de la interacción electrostática de la inversa del cuadrado de la distancia.
- Para aplicar la Ley de Gauss a una distribución de cargas, es necesario seguir una cierta estrategia:
 - Determinar la dirección del campo eléctrico, de acuerdo a la simetría de la distribución de cargas (esférica, cilíndrica, plana).
 - Elegir una superficie cerrada apropiada que contenga carga y calcular el flujo.
 - Calcular la carga en el interior de la superficie cerrada.
 - Aplicar la Ley de Gauss y despejar el módulo del campo eléctrico.

- La fuerza eléctrica entre dos cargas puntuales también depende de la cantidad de carga en cada cuerpo (q o Q). Para estudiar esta dependencia, Coulomb dividió una carga en dos partes iguales poniendo en contacto un conductor esférico con carga pequeño, con una esfera idéntica pero sin carga; por simetría, la carga se compartía por igual entre las dos esferas, manifestación esta del principio de conservación de la carga eléctrica.
- Se puede explicar también que para averiguar experimentalmente si hay un campo eléctrico en un punto específico, se coloca un pequeño cuerpo cargado, al que se le denomina carga de prueba: q_0 , en el punto. Si la carga de prueba experimenta una fuerza eléctrica, entonces en ese punto existe un campo eléctrico. Este campo lo producen cargas distintas de q_0 .

5.1.5. Presentación y explicación de la alternativa metodológica

Como ya se planteó, esta propuesta, en lo relacionado al aprendizaje del trabajo vectorial a través de ejercicios y problemas del campo eléctrico, en estudiantes de ingeniería de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja, está conformada por seis fases y sus respectivas acciones:

1. Fase de exploración.
2. Fase de planificación.
3. Fase de recopilación.
4. Fase de comunicación.
5. Fase de ejecución y control.
6. Fase de socialización.

A continuación aparece una explicación detallada sobre las diferentes fases de la alternativa y las posibles acciones a realizar para el cumplimiento de cada una de ellas:

1. Fase de exploración:

Se debe partir de la observación de la problemática que necesita ser sistematizada en la institución docente, del estudio de los registros de sistematización existentes al respecto , además del diagnóstico de la problemática en la práctica pedagógica de la especialidad, la carrera, o el grupo estudiantil, particularizando en el desarrollo y nivel de información existente sobre la temática investigada. Es en esta fase que se aplica un cuestionario (Anexo 2), que fue elaborado en conjunto por los docentes del área de Física que orientan la asignatura de Física Eléctrica.

Es necesario destacar que aunque no existen registros de sistematización que den cuenta de la problemática a investigar, en este caso el adecuado manejo vectorial del campo eléctrico, la autora de la investigación ha evidenciado, a través de su práctica pedagógica durante más de 20 años, las falencias que en este aspecto presentan los estudiantes y ha desarrollado sistemáticamente la secuencia de actividades que componen la alternativa metodológica propuesta.

2. Fase de planificación:

Las acciones fundamentales de esta fase se dirigen a definir el problema que se desea resolver y el objetivo a alcanzar. Es fundamental además delimitar el objeto de investigación y la metodología que se utilizará para buscar la información precisa que permita la elaboración de un adecuado diseño de sistematización.

Es en esta fase en la que el docente planifica los talleres y las actividades para favorecer el trabajo vectorial para el aprendizaje de conceptos básicos de Electricidad en estudiantes de ingeniería, particularmente de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja.

Los talleres que se desarrollaron, son el producto de una adecuación sistemática que se ha venido realizando durante varios años y que ha permitido el mejoramiento del diseño de los mismos.

3. Fase de recopilación:

La información obtenida de la aplicación de métodos y técnicas investigativas se procesa y se compara con la información teórica que se tiene del tema abordado. Una vez procesada, comprendida e interpretada toda la información obtenida se explica a los participantes o implicados en el proceso investigativo y se toman decisiones sobre la información científica obtenida (experiencias pedagógicas y resultados investigativos).

4. Fase de comunicación:

Se determina el nuevo conocimiento aportado del proceso sistematizado y se formulan las nuevas interrogantes que como lógica del proceso surgen. Se comunican los resultados de la sistematización a los participantes o implicados en el proceso investigativo.

En esta fase se realiza el proceso de comunicación de los resultados obtenidos, que pueden ser expuestos de forma oral, escrita, o de ambas.

5. Fase de ejecución y control:

Se instrumentan en la práctica los aportes de las investigaciones sistematizadas a partir de su contextualización, en este caso en la formación de ingenieros de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja. Es de vital importancia señalar que los talleres, que contienen actividades, ejercicios, problemas o acciones a realizar, deben estar dirigidos y controlados por el docente, quien tiene la tarea de hacer cumplir todo lo planificado, teniendo siempre presente las características individuales de los futuros profesionales.

Durante la ejecución de los talleres propuestos para favorecer el trabajo vectorial durante el aprendizaje de conceptos básicos de Electricidad en estudiantes de ingeniería de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja, se debe ir controlando su efectividad de acuerdo al objetivo propuesto. Esto se puede determinar a través de las diferentes formas de evaluación existentes, lo que permite la retroalimentación del docente y el perfeccionamiento de su trabajo.

Es este momento propicio para aplicar otro cuestionario con preguntas abiertas (Anexo 5) que permita obtener información sobre el proceso. En esta fase se provoca una reflexión crítica sobre la instrumentación de la propuesta, que puede ser en el propio proceso de socialización de las vivencias, que conforma, precisamente la próxima fase de la alternativa metodológica propuesta.

Se reflexiona además sobre la lógica interna del proceso investigativo vivido en cada una de sus fases y acciones.

Los talleres y actividades propuestas para favorecer el trabajo vectorial durante el aprendizaje de conceptos básicos de Electricidad en estudiantes de ingeniería de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja, se presentan al final de la alternativa metodológica.

6. Fase de socialización:

Los resultados consultados a través de la aplicación de los métodos y técnicas investigativas deben ser socializados a través del trabajo científico metodológico de la institución, de manera que propicie su instrumentación en otras especialidades o carreras, si fuera posible.

El proceso de sistematización tiene como fin generar cambios y transformaciones en el proceso docente educativo, tanto en el accionar cotidiano de los docentes, como en el de sus profesionales en formación, por lo que una vez concluida la comprensión y explicación crítica

de esa realidad vivida es necesario que el investigador – sistematizador, a partir de la retroalimentación del proceso investigativo, haga las propuestas de cómo va a resolver los problemas detectados en el propio proceso.

Esta propuesta de solución al problema debe quedar redactada en un informe de sistematización que se socializará en diferentes escenarios del trabajo científico metodológico.

Se deben elaborar materiales que permitan la divulgación y generalización de los resultados.

A continuación se realiza una representación gráfica de la misma:

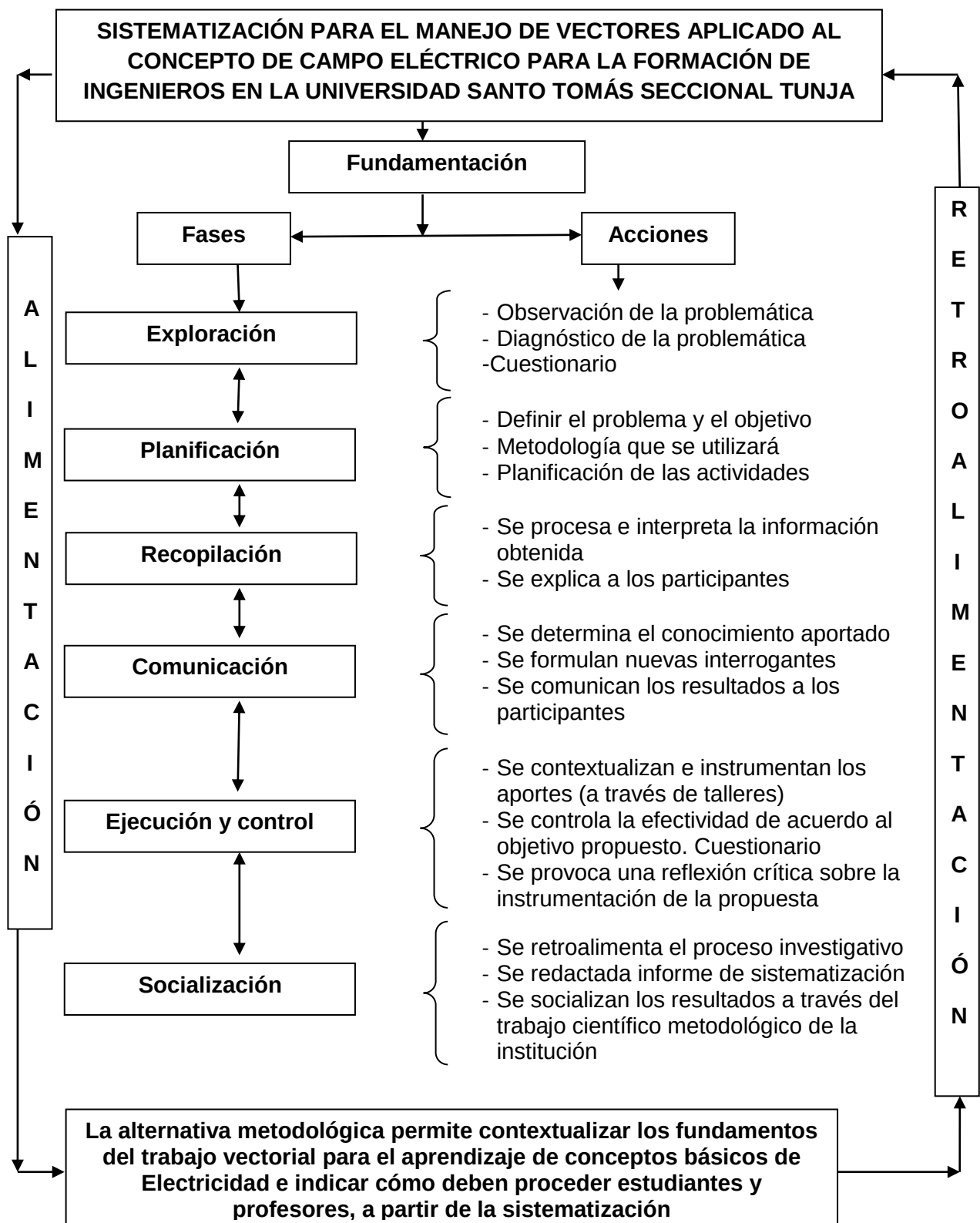


Ilustración 5.1.3.1: Representación gráfica de la alternativa metodológica para favorecer el trabajo vectorial en el aprendizaje de conceptos básicos de Electricidad de estudiantes de ingeniería de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja, a partir de una sistematización

5.1.6. Sugerencias metodológicas para facilitar la instrumentación de la alternativa metodológica

A continuación se ofrecen sugerencias que complementan la alternativa metodológica, a pesar que estas no hacen parte de la propuesta, la consideración de cada una de ellas facilitan su instrumentación en la práctica pedagógica, entre ellas:

- El ambiente psicológico.
- La preparación de los docentes.
- La evaluación de los resultados.

El ambiente psicológico:

Crear un ambiente psicológico favorable en el colectivo docente y los estudiantes, donde prevalezca un espíritu de seguridad y confianza. Se ha de recordar que algunas de las actividades a desarrollar en los talleres rebasan, en su alcance o aplicación, los límites de la institución y se extienden hacia otras instituciones en las que laboraran los estudiantes que hoy se forman como futuros ingenieros. Igualmente, se han de garantizar todos los recursos logísticos que le atribuyen un carácter de factibilidad y viabilidad a la propuesta.

Es importante destacar que la comunicación es esencial en este proceso, pues gran parte del éxito descansa en la capacidad comunicativa de los sujetos implicados en esta investigación.

Se le sugiere a los docentes que refuercen sus conocimientos sobre las Ciencias de la Educación que se relacionan con el objeto sistematizado, dígase Pedagogía, Sociología, Psicología, Didáctica, Matemática y Física, particularmente Física Eléctrica. Esto permite que el docente pueda dirigir con mayor certeza el proceso del trabajo vectorial para el aprendizaje de conceptos básicos de Electricidad y pueda tener una visión más abarcadora de la razón de esta sistematización.

La preparación de los docentes:

Preparaciones metodológicas para orientar las vías de instrumentar las experiencias pedagógicas y resultados científicos sistematizados en la práctica pedagógica. Es necesario el conocimiento del contenido de los trabajos científicos sistematizados, que forman, o formaran a partir de ahora, parte del soporte bibliográfico de la institución, además de la comprensión de cuándo y cómo implementarlas. En este sentido se les dará a los docentes una descripción de los aportes realizados y el impacto de los resultados obtenidos para transformar el objeto investigado en cada caso.

Será de gran importancia promover el debate científico en el colectivo pedagógico para conocer los puntos de vistas sobre la pertinencia, efectividad, factibilidad y viabilidad de cada propuesta realizada, así como ajustes necesarios ante la contextualización. Igualmente, se analizarán las actividades propuestas en los talleres para favorecer el trabajo vectorial para el aprendizaje de conceptos básicos de Electricidad en estudiantes de ingeniería de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja.

Un aspecto insoslayable es discutir con los docentes el objetivo de la propuesta, sus fases y las acciones específicas de cada una de ellas y por supuesto, escuchar sus criterios, los cuales serán de un alto valor para el perfeccionamiento continuo de esta propuesta de carácter flexible.

Es importante destacar que aunque la participación de los docentes está planteada dentro de la metodología, en este trabajo de sistematización no se contó con la participación de otros docentes debido al escaso número de profesores que orientaban la asignatura durante el tiempo en que se desarrolló la propuesta. Se pretende socializar los resultados de la propuesta con todos los docentes del área, para propiciar el debate que permita mejorar aquellos aspectos que

lo requieren, para posteriormente avalar la propuesta y vincularlos a la misma de manera que la desarrollen en sus respectivos cursos en los próximos semestres, con el fin de poder realizar una sistematización y dar a conocer a la comunidad educativa los resultados obtenidos, a través de la publicación de artículos y la participación como ponentes en eventos de carácter científicos en el área de Pedagogía y Educación.

La evaluación de los resultados:

Luego de instrumentada la alternativa metodológica se evalúan los resultados y como en todos los procesos educativos, es esencial concebir esta evaluación como parte inherente del proceso, que contribuye significativamente a la calidad de las actividades propuestas en los talleres y con ello a la formación integral del futuro ingeniero.

La evaluación se asume según lo planteado en el PEI de la Institución acorde a los lineamientos trazados por Ministerio de Educación de Colombia. El docente utilizará, como método principal, la observación directa mediante la participación con los estudiantes en clases y en los talleres y actividades propuestas.

En este contexto, se tienen en cuenta tres formas o subprocesos por los cuales debe transitar el proceso evaluativo:

La autoevaluación: la realiza el propio estudiante y debe ser considerada, no solamente como una cualidad, sino también como un objetivo que trasciende el ámbito institucional, ya que es la expresión más genuina de la independencia alcanzada por el estudiante, cuyo alcance se extiende a los otros grupos sociales en que participa.

La coevaluación: esta es la que realiza el estudiante sobre la actuación de sus compañeros de clase. En el caso particular de los estudiantes de ingeniería, la misma resulta de significativa importancia, pues tendrá que desarrollar habilidades evaluativas para el futuro ejercicio de la

profesión. En este tipo de evaluación el docente debe atender la formación ética de los estudiantes.

La heteroevaluación: es la que realiza el profesor a los estudiantes. Debe ser consecuente con los resultados de la autoevaluación y de la coevaluación, incluso para otorgar las calificaciones, pues si se hace lo contrario, quedaría en descrédito la autoevaluación y la coevaluación.

Estos tres aspectos son indudablemente importantes para docentes y estudiantes en el momento de llevar a cabo la evaluación y deben ponerse en práctica con un carácter humanista y desarrollador en este proceso, donde los estudiantes se sientan protagonistas y creadores de su propia formación. Finalmente, se tienen en cuenta funciones de la evaluación como de diagnóstico, educativa, instructiva, formativa y desarrolladora.

5.2. Talleres propuestos para favorecer el trabajo vectorial durante el aprendizaje de conceptos básicos de Electricidad en estudiantes de ingeniería de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja

- Tema
- Objetivo
- Sugerencias metodológicas
- Actividades propuestas
- Propuesta de solución

5.2.1. Taller 1

Tema: Álgebra vectorial

Objetivo: Sistematizar contenidos relacionados con operaciones, en que utilicen magnitudes vectoriales, necesarias para la formación de ingenieros en la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja.

Sugerencias metodológicas:

El profesor puede utilizar estas propuestas de álgebra vectorial para garantizar el nivel de partida al iniciar la enseñanza de conceptos básicos de Electricidad, a partir de operaciones elementales con magnitudes vectoriales, ya sea suma, resta o multiplicación, para la formación profesional en estudiantes de ingeniería de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja.

Es necesario recordarles a los estudiantes:

Un vector físico es una magnitud física que se caracteriza mediante un punto de aplicación u origen, un módulo, una dirección y un sentido, o alternativamente por un número de componentes independientes tales que las componentes medidas por diferentes observadores son relacionables de manera sistemática.

Además, para las operaciones con vectores, del álgebra vectorial se conoce:

❶ SUMA DE VECTORES

Método del paralelogramo:

Consiste en disponer gráficamente los dos vectores de manera que los orígenes de ambos coincidan, completando el resto del paralelogramo con las paralelas a cada uno (ver gráfico a la derecha). El resultado de la suma se obtiene partiendo del origen de ambos vectores.

Método del triángulo:

Consiste en disponer gráficamente un vector a continuación de otro, es decir, el extremo inicial del vector "b" coincide con el extremo final del vector "a". Luego se traza una diagonal que une el inicio del vector "a" con el resto de los extremos

Método analítico:

SI tenemos los vectores A y B

la suma $A + B = (A_x + B_x) + (A_y + B_y)$

❷ RESTA DE VECTORES

Para restar dos vectores libres U y V se suma U con el opuesto de V, esto es:

$$U - V = U + (-V)$$

Las componentes del vector resta se obtienen restando las componentes de los vectores.

❸ PRODUCTO POR UN ESCALAR

Partiendo de la representación gráfica del vector, sobre la misma línea de su dirección tomamos tantas veces el módulo de vector como marque el escalar, que de ser negativo cambia el sentido.

❹ PRODUCTO ESCALAR

En matemáticas el producto escalar, también conocido como producto interno, interior o punto, es una operación definida sobre un espacio vectorial cuyo resultado es una magnitud escalar.

❺ PRODUCTO VECTORIAL

El producto vectorial es una operación binaria entre dos vectores de un espacio euclídeo tridimensional que da como resultado un vector ortogonal a los dos vectores originales. Con frecuencia se lo denomina también producto cruz (pues se lo denota mediante el símbolo $\times$) o producto externo (pues está relacionado con el producto exterior).

Actividades propuestas:

- 1.- La distancia final entre dos coches que parten de un mismo sitio **T** no puede quedar determinada únicamente por sus velocidades. Si éstas son 30 y 40 km/h, determine la distancia entre ambos coches al transcurrir una hora.

Propuesta de solución:

La distancia entre los coches podrá ser, entre otras posibilidades:

Por la vía de solución analítica:

- a) De 10 km, si los dos coches llevan la misma dirección y mismo sentido.
- b) De 70 km, si salen en la misma dirección y sentidos contrarios.
- c) De 50 km, si toman direcciones perpendiculares.
- d)

Por la vía de solución vectorial:

(Escala: $1u = 10 \text{ km/h}$)

- a) Para la respuesta de 10 km (los dos coches llevan la misma dirección y sentido)

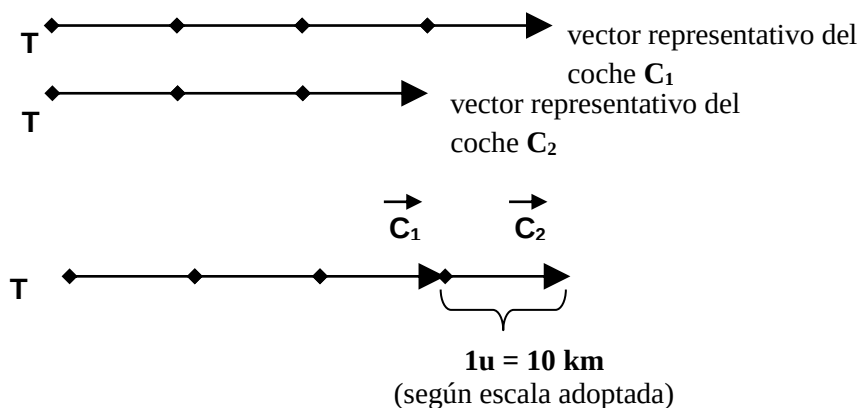


Ilustración 1.1.1: Figura representativa de la propuesta de solución a la actividad 1a del taller 1

b) Para la respuesta de 70 km (salen en la misma dirección y sentidos contrarios)

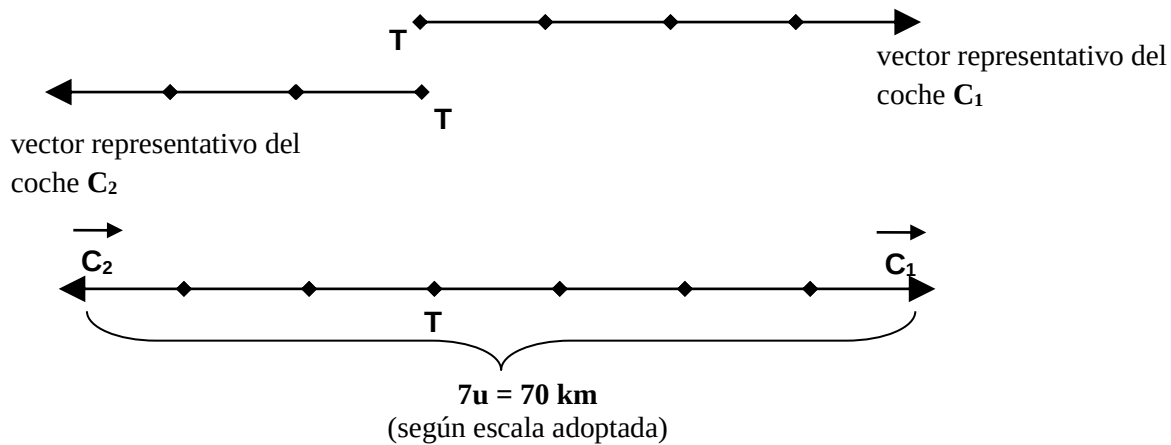
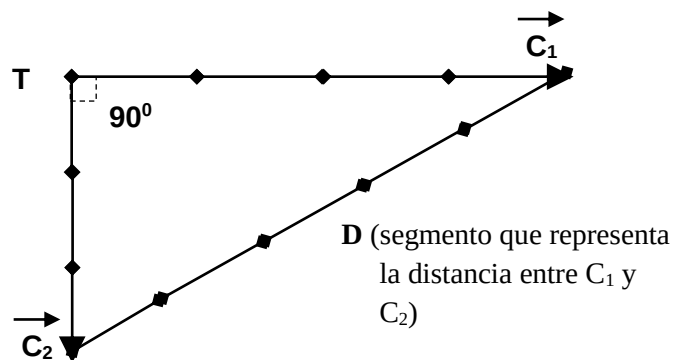


Ilustración 1.1.2: Figura representativa de la propuesta de solución a la actividad 1_b del taller 1

c) Para la respuesta de 50 km (toman direcciones perpendiculares)



Es un triángulo recto, entonces:

$$D^2 = (C_1)^2 + (C_2)^2 = (40)^2 + (30)^2$$

$$D = 50 \text{ km}$$

Ilustración 1.1.3: Figura representativa de la propuesta de solución a la actividad 1_c del taller 1

Nótese que:

La distancia entre los dos coches (C_1 y C_2), depende también de otras cualidades, además de la velocidad de los coches. Es necesario utilizar un vector, que además de describir su magnitud (en este caso la velocidad) defina su dirección y sentido.

2.- Propuesta de otros ejercicios elementales de álgebra vectorial que pudieran implementarse, de acuerdo a las necesidades cognitivas sobre operaciones con magnitudes vectoriales para garantizar el nivel de partida al iniciar la enseñanza de conceptos básicos de Electricidad.

I.- Un vector **A** tiene una magnitud de 6 unidades y apunta hacia el este. El vector **B** apunta hacia el norte.

a) ¿Cuál es la magnitud de **B**, si el vector resultante de la suma **A+B** apunta 30° hacia el noreste?

b) Determine la magnitud de **A+B**.

II.- Considere los vectores **A**, **B** y **C** que se muestran en la figura, cuyas magnitudes en unidades arbitrarias son 1, 3 y 2 respectivamente. Si los ángulos que forman cada uno de los vectores respecto al eje X positivo son: 45° , 150° y 270° , determine el vector resultante de la suma **A+B+C** (utilice el método de descomposición de vectores) Expresar las respuestas en notación polar y notación rectangular.

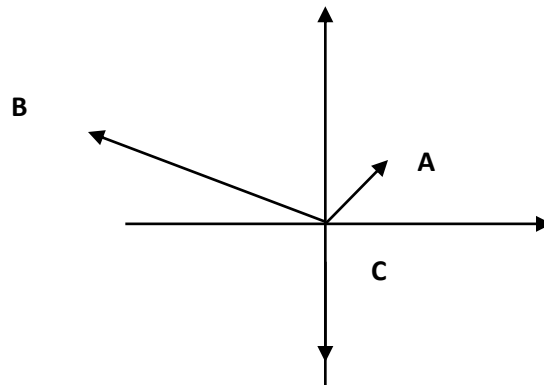


Ilustración 1.1.4: Figura representativa de la actividad propuesta II del taller 1

III.- Siendo:

$$\mathbf{A} = 3\mathbf{i} - \mathbf{j} - 4\mathbf{k}; \quad \mathbf{B} = -2\mathbf{i} + 4\mathbf{j} - 3\mathbf{k} \quad \text{y} \quad \mathbf{C} = \mathbf{i} + 2\mathbf{j} - \mathbf{k}, \quad \text{determine:}$$

- a) $2\mathbf{A} - \mathbf{B} + 3\mathbf{C}$
- b) $\mathbf{A} + \mathbf{B} + \mathbf{C}$
- c) $3\mathbf{A} - 2\mathbf{B} + 4\mathbf{C}$

IV.- Hallar el ángulo formado por:

- a) $\mathbf{A} = 3\mathbf{i} + 2\mathbf{j} - 6\mathbf{k}$ y $\mathbf{B} = 4\mathbf{i} - 3\mathbf{j} + \mathbf{k}$
- b) $\mathbf{C} = 4\mathbf{i} - 2\mathbf{j} + 4\mathbf{k}$ y $\mathbf{D} = 3\mathbf{i} - 6\mathbf{j} - 2\mathbf{k}$

V.- Si:

$$\mathbf{A} = \mathbf{i} - 2\mathbf{j} - 3\mathbf{k}; \quad \mathbf{B} = 2\mathbf{i} + \mathbf{j} - \mathbf{k} \quad \text{y} \quad \mathbf{C} = \mathbf{i} + 3\mathbf{j} - 2\mathbf{k}, \quad \text{hallar:}$$

- a) $\mathbf{A} \cdot (\mathbf{B} \times \mathbf{C})$
- b) $(\mathbf{A} \times \mathbf{B}) \cdot \mathbf{C}$
- c) $(\mathbf{A} \times \mathbf{B}) (\mathbf{B} \cdot \mathbf{C})$

5.2.2. Taller 2

Tema: Álgebra vectorial

Objetivo: Sistematizar contenidos relacionados con operaciones, en que utilicen magnitudes vectoriales, necesarias para la formación de ingenieros en la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja.

Sugerencias metodológicas:

Una vez más, se propone al profesor utilizar estas propuestas de álgebra vectorial, para garantizar el nivel de partida, al iniciar la enseñanza de conceptos básicos de Electricidad, a partir de operaciones elementales con magnitudes vectoriales, ya sea suma, resta o multiplicación, para la formación profesional en estudiantes de ingeniería de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja.

Es necesario recordarles a los estudiantes que un vector físico es una magnitud física caracterizable mediante un punto de aplicación u origen, un módulo, una dirección y un sentido, o alternativamente por un número de componentes independientes tales que las componentes medidas por diferentes observadores son relacionables de manera sistemática, además de las operaciones con vectores, en álgebra vectorial.

Se les orienta a los estudiantes resolver los ejercicios propuestos en el taller, mostrando claramente el procedimiento seguido. Se debe sugerir la representación gráfica en los casos que lo ameriten.

Actividades propuestas:

1.-Dados los vectores

$$\mathbf{A} = (4; -3; 5),$$

$$\mathbf{B} = (-5; -4; -3) \text{ y}$$

$$\mathbf{C} = (3; -3; 3),$$

Hallar:

a) $\mathbf{A} + 2\mathbf{B} - 3\mathbf{C}$.

b) Las componentes de un vector $\mathbf{D}$ tal que $\mathbf{A} + \mathbf{B} + \mathbf{C} + \mathbf{D} = 0$

Propuesta de solución:

- a) Para llegar a la solución es necesario tener presente la suma de vectores por el método analítico, así como la resta de vectores:
- b) Se puede utilizar el método del triángulo, que consiste en disponer gráficamente un vector a continuación de otro, es decir, el extremo inicial del segundo ubicarlo de manera que coincida con el extremo final del vector que le antecede y luego trazar la diagonal que une el inicio del primer vector con el extremo final del último vector.

2.- Se tienen 4 vectores definidos de la siguiente forma: $\mathbf{A} = 3\mathbf{i} + 4\mathbf{j}$, $\mathbf{B}$ de magnitud 10 con dirección 180° con respecto al eje X, $\mathbf{C}$ en el tercer cuadrante de magnitud 12 formando un ángulo de 53° con respecto al eje Y y $\mathbf{D}$ en el cuarto cuadrante de magnitud 8 y con un ángulo de 60° con respecto al eje X. Hallar:

a) $\mathbf{A} + 2\mathbf{B} + \mathbf{C} - 3\mathbf{D}$

b) $\mathbf{A} + \mathbf{B} - 2\mathbf{D}$

Propuesta de solución:

Recordarles a los estudiantes que deben considerar, para la solución de este ejercicio, las operaciones con vectores del álgebra vectorial.

3.-Tres vectores situados en un plano, tienen 6, 5 y 4 unidades de longitud. El primero y el segundo forman un ángulo de 60° , mientras que el segundo y el tercero forman un ángulo de 85° . Encontrar la magnitud del vector resultante y su dirección con respecto al vector mayor

Propuesta de solución:

Recordarles a los estudiantes que deben considerar, para la solución de este ejercicio, las operaciones con vectores del álgebra vectorial, particularmente del método del paralelogramo.

4.- Encontrar el ángulo entre dos vectores de 8 y 10 unidades de longitud, cuando su resultante forma un ángulo de 45° con el vector mayor. Calcular también la magnitud del vector resultante, (hallar las dos posibles soluciones).

Propuesta de solución:

Recordarles a los estudiantes que deben considerar, para la solución de este ejercicio, las operaciones con vectores del álgebra vectorial, particularmente las operaciones con el método analítico y del paralelogramo.

5.- Diez vectores coplanares y concurrentes de 5 unidades cada uno, se ubican en el plano cartesiano. El primero en dirección 0° y los demás, formando ángulos de 15° entre cada par consecutivo. Halle la magnitud del vector resultante.9.

Propuesta de solución:

Recordarles a los estudiantes que deben considerar, para la solución de este ejercicio, las operaciones con vectores del álgebra vectorial, particularmente del método del paralelogramo.

6.- La suma de dos vectores tiene una magnitud de $5\sqrt{3}$ y su diferencia $5\sqrt{7}$. Si los vectores tienen magnitudes A y $2A$, halle A y el ángulo formado entre los vectores.

Propuesta de solución:

Recordarles a los estudiantes que deben considerar, para la solución de este ejercicio, las operaciones con vectores del álgebra vectorial, particularmente del método analítico, además de las propiedades trigonométricas.

7.- Un avión sale del aeropuerto y vuela 170 km en una dirección 68° al este del norte; luego cambia el rumbo y vuela 230 km 48° al sur del este y aterriza de emergencia en un campo. En qué dirección y a qué distancia deberá volar una cuadrilla de rescate enviada desde el aeropuerto para llegar directamente al avión averiado.

Propuesta de solución:

Recordarles a los estudiantes que deben considerar, para la solución de este ejercicio, las operaciones con vectores del álgebra vectorial, particularmente del método analítico y del paralelogramo, así como de las propiedades trigonométricas.

5.2.3. Taller 3

Tema: Campo eléctrico

Objetivo: Resolver, analítica y gráficamente, ejercicios elementales que favorezcan el manejo de vectores aplicado al concepto de campo eléctrico para la formación de ingenieros en la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja.

Sugerencias metodológicas:

Estas propuestas se pueden utilizar para favorecer el trabajo vectorial al iniciar la enseñanza de conceptos básicos de Electricidad, a partir de ejemplos de manifestaciones elementales del campo eléctrico, para la formación profesional en estudiantes de ingeniería de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja.

Generalmente, en nuestras clases, la mayor parte de los estudiantes apenas tiene algunas ideas acerca del campo eléctrico, a pesar de figurar en los planes de estudio del Bachillerato. A las dificultades del concepto de campo se añade las pocas experiencias relevantes que hacen en electricidad y magnetismo.

El estudio de los campos requiere que sea explicado de forma ordenada y consistente, de modo que los estudiantes no lo perciban como un conjunto de fórmulas que hay que memorizar para resolver un determinado problema. Se necesita tiempo de maduración y numerosas situaciones en orden de dificultad creciente, en las que se pueda aplicar el concepto de campo en sus diversas manifestaciones.

Para ello, sería importante recordarles a los estudiantes, de la Teoría de Faraday, que:

- Los cuerpos cargados interactúan, unos con otros, por mediación del campo eléctrico
(E)

- Cada partícula cargada tiene un campo eléctrico inherente a ella, el cual actúa sobre otras partículas cargadas

Por otra parte, el profesor puede referir que en 1784 Charles Augustin de Coulomb (1736-1806) estudió con mucho detalle las fuerzas de atracción de partículas cargadas. Para cargas puntuales (cuerpos cargados muy pequeños en comparación con la distancia r que los separa), Coulomb descubrió que la fuerza eléctrica es proporcional a $1/r^2$.

La fuerza eléctrica entre dos cargas puntuales también depende de la cantidad de carga en cada cuerpo (q o Q). Para estudiar esta dependencia, Coulomb dividió una carga en dos partes iguales, poniendo en contacto un conductor esférico pequeño con carga con una esfera idéntica, pero sin carga; por simetría, la carga se compartía por igual entre las dos esferas. (El profesor debe enfatizar en el papel esencial que tiene el principio de conservación de la carga en este procedimiento).

De ese modo, Coulomb estableció la que ahora se conoce como Ley de Coulomb: La magnitud de la fuerza eléctrica entre dos cargas puntuales es directamente proporcional al producto de las cargas, e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa. Es necesario tener presente además, que para calcular, de forma directa, el campo eléctrico producido por distribuciones continuas de cargas con determinadas simetrías, para asociar la dirección del campo eléctrico con la simetría de la distribución de carga y como paso previo a la utilización de la Ley de Gauss del campo eléctrico.

La Ley de Gauss es una alternativa a la Ley de Coulomb. Aunque equivale por completo a la Ley de Coulomb, la Ley de Gauss ofrece una forma distinta de expresar la relación entre la carga eléctrica y el campo eléctrico. La formuló Carl Friedrich Gauss (1777-1855), uno de los matemáticos más grandes de todos los tiempos. Muchas áreas de las matemáticas llevan la

marca de su influencia; Gauss también realizó contribuciones igualmente significativas en la Física teórica

Se puede explicar también que para averiguar experimentalmente si hay un campo eléctrico en un punto específico, se coloca un pequeño cuerpo cargado (al que se le denomina carga de prueba: q_0 , en el punto. Si la carga de prueba experimenta una fuerza eléctrica, entonces en ese punto existe un campo eléctrico. Este campo lo producen cargas distintas de q_0 .

Entonces, el campo eléctrico en un punto también se define como la fuerza eléctrica que experimenta una carga de prueba q_0 en dicho punto, dividida entre la propia carga de prueba q_0 . Es decir, el campo eléctrico en cierto punto es igual a la fuerza eléctrica por unidad de carga, que una carga experimenta en ese punto. (Precisar que la fuerza eléctrica, al igual que el campo eléctrico, son magnitudes vectoriales).

Actividades propuestas:

1.- ¿Cuál es la intensidad del campo eléctrico requerido para equilibrar el peso de las

siguientes partículas cerca de la superficie de la Tierra?:

a) un electrón y

b) un protón.

2.- Una carga puntual de 3.2 nC experimenta una fuerza de $8 \times 10^{-6} \text{ N}$;

a) ¿Cuál es la intensidad del campo eléctrico externo?,

b) ¿Cuál es la fuerza que ejerce el campo eléctrico externo sobre una carga puntual de -6.4 nC situada en el mismo punto?

3.- Dos cargas puntuales $q_1 = 8 \times 10^{-7} \text{ C}$ y $q_2 = -8 \times 10^{-7} \text{ C}$, se encuentran en el aire, se paradas a una distancia de 20 cm (véase la figura).

- a) Trace en la figura el vector campo eléctrico $\mathbf{E}_1$, originado por la carga q_1 en el punto P.
- b) ¿Cuál es la intensidad de este campo $\mathbf{E}_1$?
- c) Trace el vector $\mathbf{E}_2$ creado por la carga q_2 en el punto P.
- d) ¿Cuál es el valor de $\mathbf{E}_2$?
- e) Determine entonces, el campo eléctrico resultante formado por q_1 y q_2 en el punto P.

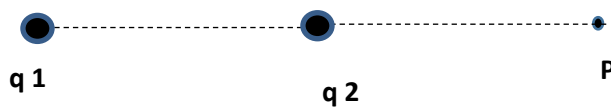


Ilustración 3.3.1: Figura representativa de la actividad propuesta 3 del taller 3

4.-Una carga puntual de $-5 \mu\text{C}$ está en el origen. Halle la intensidad del campo eléctrico en los siguientes puntos:

- a) $(2, -1) \text{ m}$
- b) $(-2, 3) \text{ m}$

5.- Una carga puntual de $-4 \mu\text{C}$ está en $(2, 1)$ mientras que $+15 \mu\text{C}$ está en $(1, 4)$. Obtenga la intensidad del campo eléctrico en el punto $(3, 5) \text{ m}$

6.- Dos cargas eléctricas puntuales de $-5 \mu\text{C}$ cada una, están fijas en los puntos $(0, 0)$ y $(5, 0)$.

¿Cuál es la magnitud y dirección del campo eléctrico resultante en el punto $(10, 0)$?

7.- Considerando el esquema que se brinda, la magnitud del campo eléctrico en el punto P, debido a las cargas idénticas $+q$ y $-q$ es igual a:

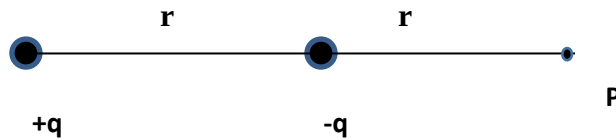


Ilustración 3.7.1: Figura representativa de la actividad propuesta 7 del taller 3

- a) $K q / r^2$
- b) $4 K q / r^2$
- c) $3K q / 4 r$
- d) $2 K q / r^2$

8.- Dos cargas $-4q$ y q están situadas en los puntos $(-1,0)$ y $(2,0)$ respectivamente. La magnitud del campo eléctrico total generado por las dos cargas en el punto $(0,0)$ es:

- a) $q / (2 \pi \epsilon_0)$
- b) $q / (4 \pi \epsilon_0)$
- c) $3q / (2 \pi \epsilon_0)$
- d) $-q / (2 \pi \epsilon_0)$

9.- En un punto P, que dista igualmente de dos cargas q_1 y q_2 hay un campo eléctrico E cuya dirección se muestra en la figura. Para que tal hecho ocurra:

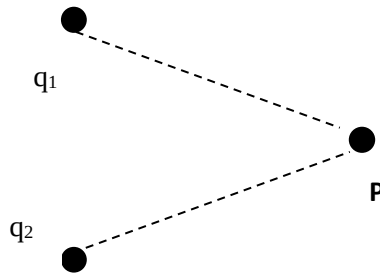


Ilustración 3.9.1: Figura representativa de la actividad propuesta 9 del taller 3

- a) $q_1 = q_2$
- b) $q_1 = -q_2$
- c) $q_1 > q_2$
- d) $q_1 < q_2$

Propuesta de solución:

Es importante, para la solución de los ejercicios propuestos, recordarles a los estudiantes que toda cantidad observable de carga eléctrica siempre es un múltiplo entero de esta unidad básica y es por esta razón que se plantea que la carga eléctrica está cuantizada.

Un ejemplo de cuantización que resulta familiar es el dinero. Cuando se paga en efectivo por un artículo en un comercio, hay que hacerlo en incrementos de un centavo. El dinero no se puede dividir en cantidades menores de un centavo; en tanto que la carga eléctrica no se divide en cantidades menores que la carga de un electrón o un protón.

Entonces, la carga eléctrica de cualquier cuerpo macroscópico siempre es igual a cero o a un múltiplo entero (negativo o positivo) de la carga del electrón.

En el taller será necesario calcular, de forma directa, el campo eléctrico producido por varias cargas puntuales y aplicar el principio de superposición para cantidades vectoriales para hallar los campos resultantes.

Además, en el taller será necesario conocer que el campo eléctrico en cierto punto del espacio es igual a la fuerza eléctrica por unidad de carga, que una carga experimenta en ese punto. Además, es importante tener presente que la fuerza eléctrica, al igual que el campo eléctrico, son magnitudes vectoriales.

5.2.4. Taller 4

Tema: Partículas cargadas en reposo (campo electrostático)

Objetivo: Resolver gráficamente ejercicios elementales que favorezcan el manejo de vectores aplicado al concepto de campo electrostático para la formación de ingenieros en la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja.

Sugerencias metodológicas:

Estas propuestas se pueden utilizar para favorecer el trabajo vectorial al iniciar la enseñanza de conceptos básicos de Electricidad, a partir de ejemplos de manifestaciones elementales del campo electrostático, para la formación profesional en estudiantes de ingeniería de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja.

Es necesario recordarles a los estudiantes, de la Teoría de Faraday, que:

- Los cuerpos cargados interactúan, unos con otros, por mediación del campo eléctrico (E)
- Cada partícula cargada tiene un campo eléctrico inherente a ella, el cual actúa sobre otras partículas cargadas

Es necesario que los estudiantes recuerden la Ley de Coulomb, que establece que la magnitud de la fuerza eléctrica entre dos cargas puntuales es directamente proporcional al producto de las cargas, e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.

El concepto de campo es abstracto, ya que deseamos crear un vector que sea una propiedad local atribuible a la presencia de cargas en el espacio. Si conocemos el campo eléctrico en un punto cualquiera, podemos evaluar la fuerza ejercida sobre una carga q situada en ese punto sin necesidad de preocuparnos por la distribución de carga que lo produce.

Es necesario tener presente además, que para calcular, de forma directa, el campo eléctrico producido por distribuciones continuas de cargas con determinadas simetrías, para asociar la dirección del campo eléctrico con la simetría de la distribución de carga y como paso previo a la utilización de la Ley de Gauss del campo eléctrico.

Además, el campo eléctrico en un punto también se define como la fuerza eléctrica que experimenta una carga de prueba q_0 en dicho punto, dividida entre la propia carga de prueba q_0 .

La fuerza eléctrica, al igual que el campo eléctrico, son magnitudes vectoriales.

Una vez que se define el concepto de campo, se pasará a enunciar el principio de superposición de campos, aplicándolo a distribuciones dadas de cargas puntuales. El concepto de potencial eléctrico se definirá a partir del carácter conservativo del campo eléctrico.

Actividades propuestas:

- 1.- La figura representa dos cuerpos puntuales cargados y un punto A. Si la intensidad del campo electrostático en el punto A, inherente al cuerpo 2 es el doble del cuerpo 1.
Represente el vector intensidad del campo electrostático resultante en el punto A.

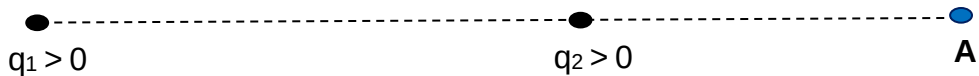


Ilustración 4.1.1: Figura representativa de la actividad propuesta 1 del taller 4

Propuesta de solución:

Recordamos el principio de superposición de la intensidad del campo electrostático:

La intensidad del campo electrostático en un punto inherente a un sistema de cuerpos puntuales cargados, es igual a la suma vectorial de la intensidad del campo electrostático de cada cuerpo puntual cargado, en el punto dado.

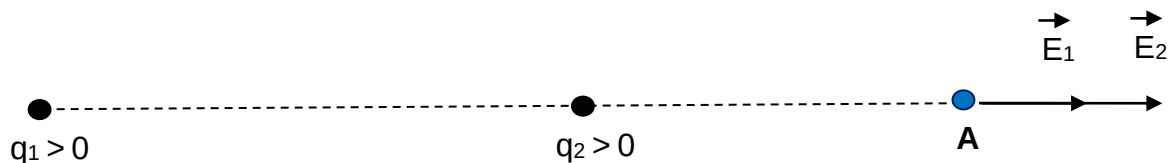


Ilustración 4.1.2: Primera figura representativa de la propuesta de solución a la actividad 1 del taller 4

Como q_1 y q_2 son positivos (mayores que cero) los vectores correspondientes a ellas, en el punto **A** son colineales y tienen el mismo sentido.

El vector intensidad del campo electrostático en el punto A es:

$$\vec{E}_A = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

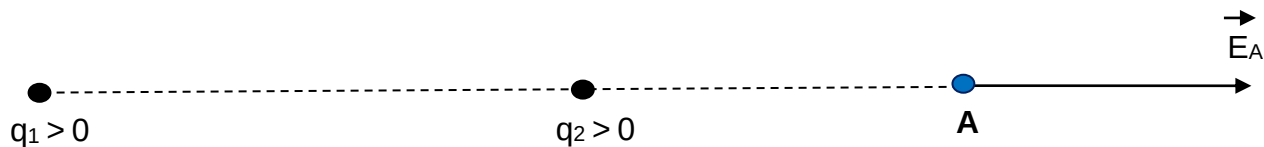


Ilustración 4.1.3: Segunda figura representativa de la propuesta de solución a la actividad 1 del taller 4

2.- Se tienen dos cuerpos puntuales con cargas q_1 y $-q_2$ y un punto P . Considere iguales los valores modulares de ambas cargas. Represente el vector intensidad del campo electrostático resultante en el punto P .

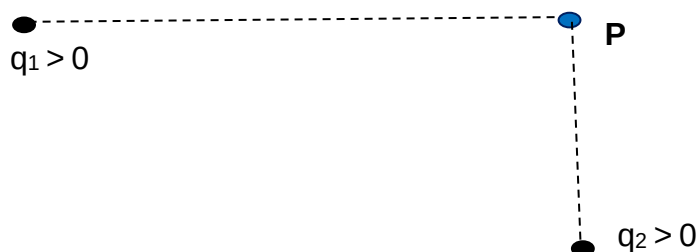


Ilustración 4.2.1: Figura representativa de la actividad propuesta 2 del taller 4

Propuesta de solución:

Recordamos el principio de superposición de la intensidad del campo electrostático y el método del paralelogramo.

En este caso es necesario destacar que $q_1 > 0$ y $q_2 < 0$, además ambas cargas forman un **ángulo recto** (90°) en el punto P .

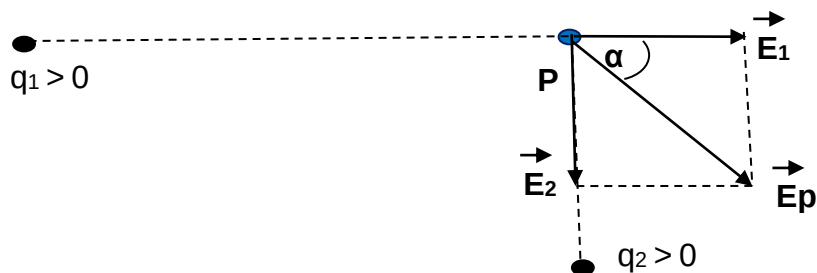


Ilustración 4.2.1: Figura representativa de la propuesta de solución a la actividad 2 del taller 4

Es así que se puede explicar que el vector intensidad del campo electrostático en el punto P es:

$$\vec{E}_P = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

Siendo: $E_1 = E \cos \alpha$ y $E_2 = E \sin \alpha$

- 3.- En esta situación están representados tres cuerpos puntuales con cargas q_1 ; q_2 y q_3 y se conoce que $E_1 = E_2 = 2E_3$. Analice y represente el vector intensidad del campo electrostático resultante en el punto H .

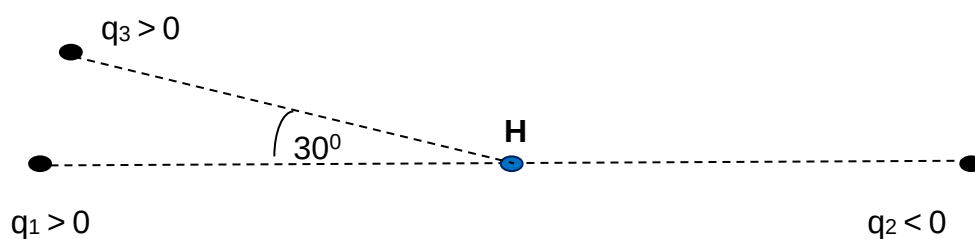


Ilustración 4.3.1: Figura representativa de la actividad propuesta 3 del taller 4

Propuesta de solución:

Recordamos el principio de superposición de la intensidad del campo electrostático y el método del paralelogramo.

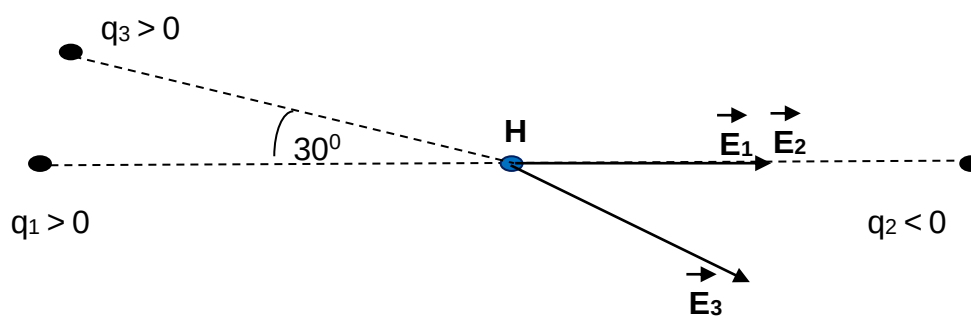


Ilustración 4.3.2: Figura representativa para el análisis de la propuesta de solución a la actividad 3 del taller 4

Destacamos que q_2 posee carga negativa y que el valor de la intensidad del campo electrostático de q_3 es el doble de las intensidades de los campos generados por q_1 y q_2 . ($E_1 = E_2 = 2E_3$)

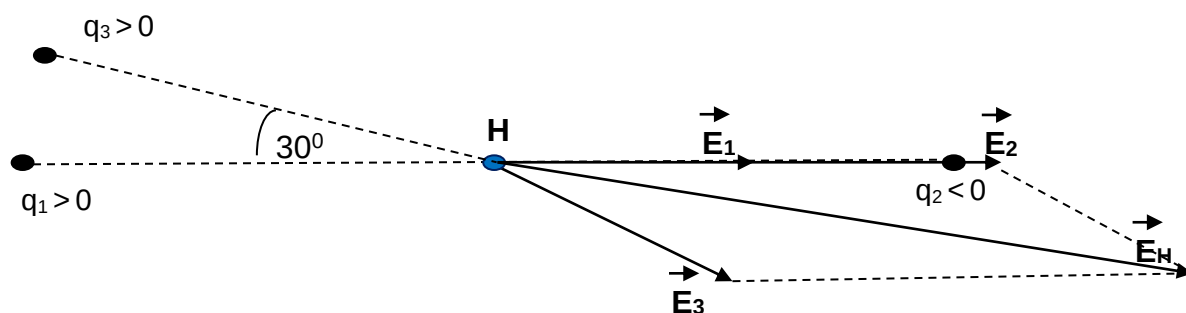


Ilustración 4.3.2: Figura representativa de la propuesta de solución a la actividad 3 del taller 4

4.- Ahora están representados, tres cuerpos puntuales con cargas q_1 ; q_2 y q_3 y un punto **R**.

Represente el vector intensidad del campo electrostático resultante en el punto **R** y valore el resultado obtenido.

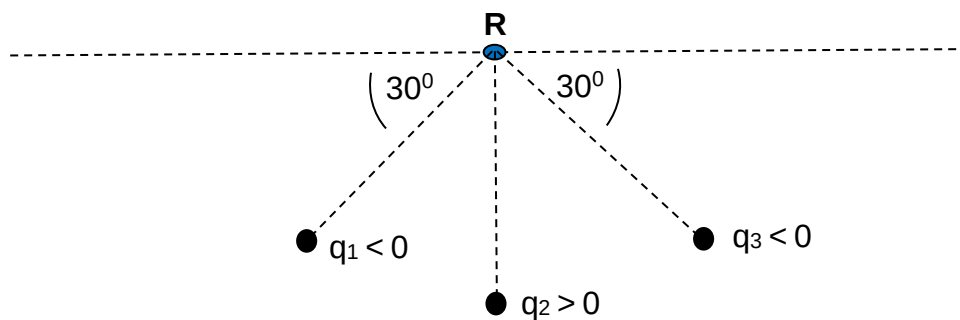


Ilustración 4.4.1: Figura representativa de la actividad propuesta 4 del taller 4

Propuesta de solución:

Destacamos que q_1 y q_3 poseen carga negativa.

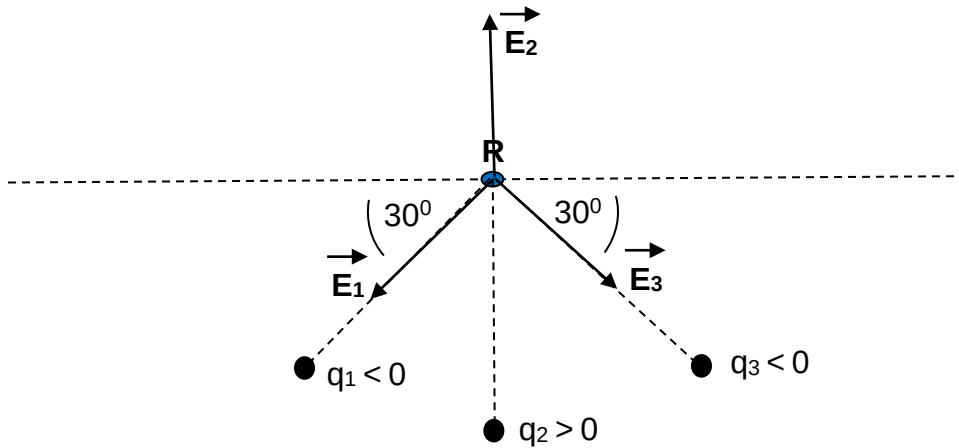


Ilustración 4.4.2: Figura representativa para el análisis de la propuesta de solución de la actividad 4 del taller 4

Recordamos el método del triángulo.

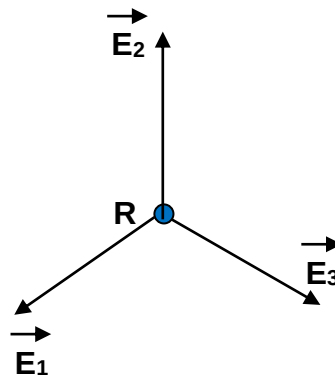


Ilustración 4.4.3: Figura representativa para el análisis vectorial de la propuesta de solución a la actividad 4 del taller 4

A partir del método del triángulo, que consiste en disponer gráficamente un vector a continuación de otro, es decir, el extremo inicial del vector "b" coincide con el extremo final del vector "a". Luego se traza una diagonal que une el inicio del vector "a" con el resto de los extremos. Entonces representamos:

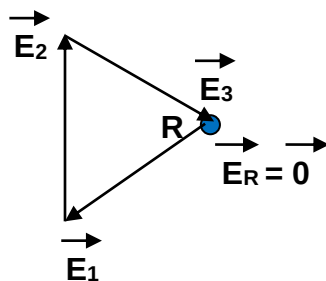


Ilustración 4.4.4: Figura representativa de la propuesta de solución a la actividad 4 del taller 4

Nótese que:

El campo eléctrico resultante en el punto R es igual al vector nulo. Su magnitud es cero.

5.- En el diagrama se representan, formando un ángulo de 45° , los vectores Intensidad de campo electrostático en el punto P. La representación de ambos vectores se realizó a escala ($1 \text{ cm} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ N/C}$).

Represente, a partir de la escala ofrecida, el vector intensidad del campo electrostático resultante en el punto P.

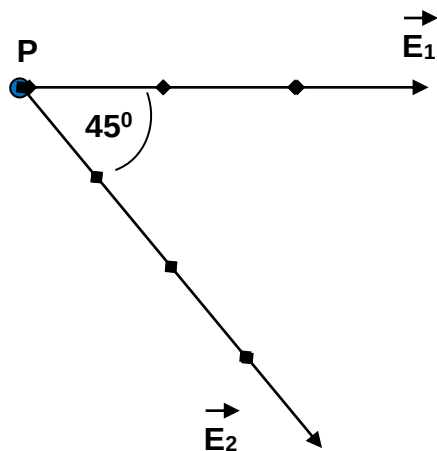


Ilustración 4.5.1: Figura representativa de la actividad propuesta 5 del taller 4

Propuesta de solución:

Analizamos que ambos vectores están representados a escala ($1 \text{ cm} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ N/C}$).

Entonces, a partir de la escala ofrecida, podemos plantear que:

✓ $E_1 = 3 (2 \cdot 10^{-9} \text{ N/C}) = 6 \cdot 10^{-9} \text{ N/C}$

✓ $E_2 = 4 (2 \cdot 10^{-9} \text{ N/C}) = 8 \cdot 10^{-9} \text{ N/C}$

Recordamos el método del paralelogramo.

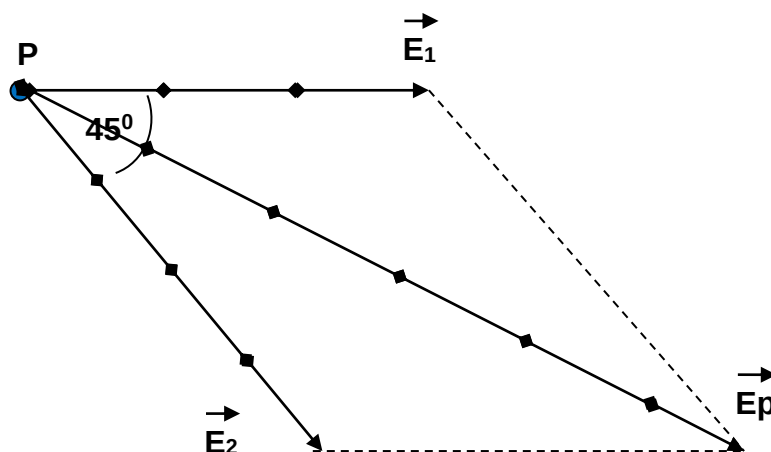


Ilustración 4.5.2: Figura representativa de la propuesta de solución a la actividad 5 del taller 4

En estos momentos, a partir de observar la representación gráfica del vector intensidad del campo electrostático resultante en el punto **P** y teniendo en cuenta la escala ofrecida, planteamos que:

✓ $E_p = (5,8) (2 \cdot 10^{-9} \text{ N/C}) = 11,6 \cdot 10^{-9} \text{ N/C} = 1,16 \cdot 10^{-8} \text{ N/C}$

5.2.5. Taller 5

Tema: Partículas cargadas en reposo (campo electrostático)

Objetivo: Resolver gráfica y analíticamente ejercicios elementales que favorezcan el manejo de vectores y el análisis físico aplicado al concepto de campo electrostático originado a partir de conductores y anillos cargados, para la formación de ingenieros en la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja.

Sugerencias metodológicas:

Estas propuestas se pueden utilizar para favorecer el trabajo vectorial y el análisis físico durante la enseñanza de conceptos básicos de Electricidad, a partir de ejemplos de manifestaciones elementales del campo electrostático a partir de representaciones en conductores y anillos cargados, para la formación profesional en estudiantes de ingeniería de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja.

Actividades propuestas:

- 1.- Una carga eléctrica positiva Q está distribuida uniformemente a lo largo de una línea de longitud $2a$, situada a lo largo del eje Y (entre $Y=-a$ y $Y=+a$) como se muestra en la figura. Encuentre la intensidad del campo eléctrico en el punto P sobre el eje X , a una distancia x del origen.

Propuesta de solución:

Analíticamente se considera:

En el punto **P**:

$$dQ = \lambda dy = Q dy / 2a \text{ ya que: } \lambda = Q / 2a$$

$$dE = (1 / 4 \pi \xi_0) (dQ / r^2) = Q dy / (4 \pi \xi_0) 2a(x^2 + y^2) \text{ ya que: } r^2 = x^2 + y^2$$

En términos de sus componentes, el **campo eléctrico** en ese punto es:

$$dE_x = dE \cos \alpha \text{ (sen } \alpha = y / (x^2 + y^2)^{1/2})$$

$$dE_y = dE \sin \alpha \text{ (cos } \alpha = x / (x^2 + y^2)^{1/2})$$

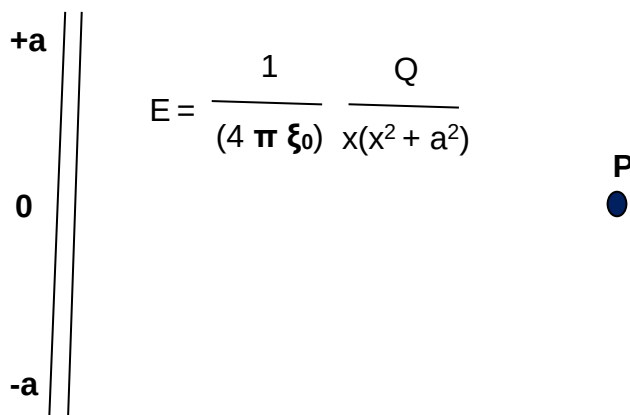


Ilustración 5.1.1: Figura representativa de la actividad propuesta 1 del taller 5

Y vectorialmente se escribe:

$$\vec{E} = \frac{1}{(4 \pi \xi_0)} \frac{Q}{x(x^2 + a^2)} \hat{i}$$

Siendo $\hat{i}$ vector unitario en el eje X

Entonces:

$$dE_x = Q x dy / (4 \pi \xi_0) 2a(x^2 + y^2)^{3/2}$$

$$dE_y = -Q y dy / (4 \pi \xi_0) 2a(x^2 + y^2)^{3/2}$$

$$dE_x = \int Q x dy / (4 \pi \xi_0) 2a(x^2 + y^2)^{3/2}$$

$$dE_y = -Q x / (4 \pi \xi_0) 2a \int_{-a}^a y dy / (x^2 + y^2)^{3/2}$$

$$dE_x = Q x / (4 \pi \xi_0) 2a \int_{-a}^a dy / (x^2 + y^2)^{3/2}$$

$$dE_y = 0$$

$$dE_x = (1 / (4 \pi \xi_0)) (Q / x(x^2 + a^2)^{1/2})$$

Vectorialmente se ilustra:

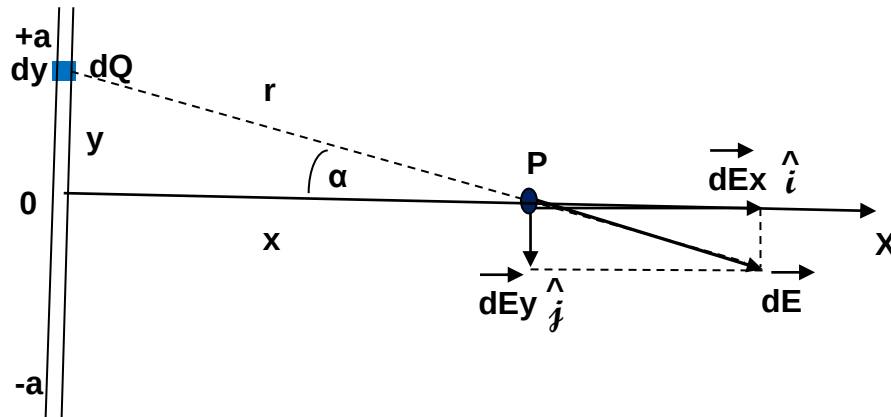


Ilustración 5.1.2: Figura representativa de la propuesta de solución a la actividad 1

2.- Una conductor en forma de anillo, de radio a , posee una carga eléctrica total Q distribuida uniformemente alrededor del conductor. Encuentre el campo eléctrico en un punto P localizado sobre el eje del anillo a una distancia x de su centro.

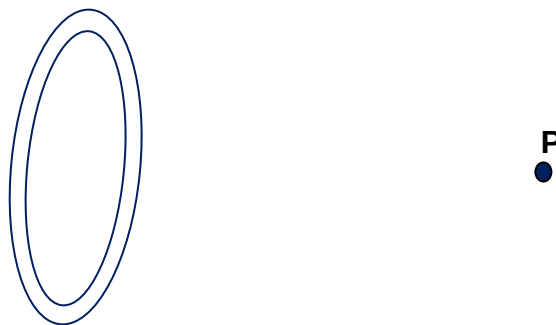


Ilustración 5.2.1: Figura representativa de la actividad propuesta 2 del taller 5

Propuesta de solución:

Imaginemos el anillo dividido en segmentos infinitesimales ($d\mathbf{l}$).

Cada segmento dl posee una carga eléctrica dQ que actúa como una carga puntual, fuente del campo eléctrico.

Sea $d\mathbf{E}$, el campo eléctrico de uno de tales segmentos: el campo eléctrico neto en $\mathbf{P}$ es entonces la suma de todas las contribuciones $d\mathbf{E}$ que forman el anillo.

El cálculo del campo eléctrico se simplifica, pues el punto $\mathbf{P}$, en el campo eléctrico, está sobre el eje de simetría del anillo.

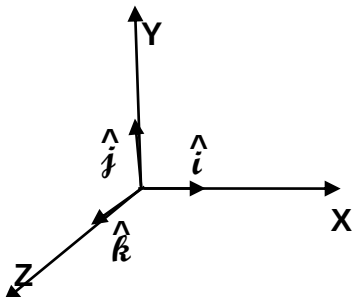
$$\sum \vec{E}_y \hat{j} = \vec{0} \quad \text{y si:} \quad \vec{E}_z \hat{k} = \vec{0} \quad \left\{ \begin{array}{l} \hat{i}: \text{vector unitario en eje x} \\ \hat{j}: \text{vector unitario en eje y} \\ \hat{k}: \text{vector unitario en eje z} \end{array} \right.$$


Ilustración 5.2.2: Figura de la propuesta de solución de la actividad 2 del taller 5

Entonces, el campo eléctrico en el punto $\mathbf{P}$ queda totalmente descrito por su componente:

Para calcular $\vec{E}_x$ la componente en el eje X, note que: $r^2 = x^2 + a^2$

$$\vec{dE} = \frac{1}{(4\pi\epsilon_0)} \frac{dQ}{(x^2 + a^2)}$$

$$\alpha = \frac{x}{r} = \frac{x}{(x^2 + a^2)^{1/2}}$$

La componente:

$$dE_x = dE \cos \alpha$$

$$dE_x = \frac{1}{(4\pi\epsilon_0)} \frac{dQ}{(x^2 + a^2)} \frac{x}{\sqrt{(x^2 + a^2)}}$$

$$dE_x = \frac{1}{(4\pi\epsilon_0)} \frac{x dQ}{(x^2 + a^2)^{3/2}}$$

Para encontrar la componente total E_x del campo eléctrico en P , a lo largo del eje X se integra esta expresión sobre todos los segmentos $d\mathbf{l}$ del anillo:

$$E_x = \int dE_x = \int \frac{1}{(4\pi\epsilon_0)} \frac{x dQ}{(x^2 + a^2)^{3/2}}$$

Como X no varía al movernos de un punto a otro, alrededor del anillo, todos los factores, dentro de la integral (excepto dQ) son constantes y: $\int dQ = Q$

$$E_x = \frac{1}{(4\pi\epsilon_0)} \frac{Qx}{(x^2 + a^2)^{3/2}} \quad \vec{E} = E_x = \frac{1}{(4\pi\epsilon_0)} \frac{Qx}{(x^2 + a^2)^{3/2}} \hat{i}$$

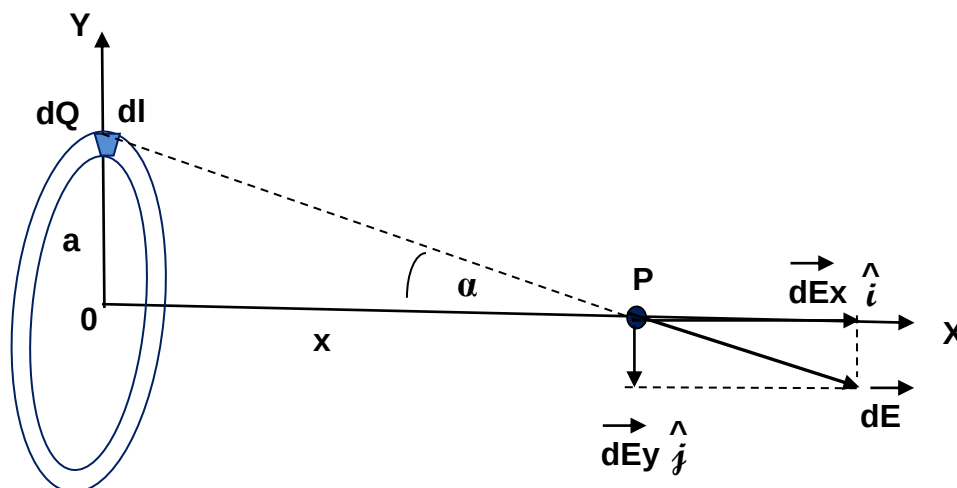


Ilustración 5.2.3: Figura representativa de la propuesta de solución de la actividad 2 del taller 5

5.2.6. Taller 6

Tema: Plano infinito cargado (S) y capacidad de un condensador cilíndrico

Objetivo: Resolver gráficamente y analíticamente, ejercicios de aplicación, que favorezcan el manejo de vectores, que propicien el análisis físico de manifestación del campo eléctrico en

situaciones prácticas para la formación de ingenieros en la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja.

Sugerencias metodológicas:

Estas propuestas de ejercicios de aplicación, se pueden utilizar para favorecer el trabajo vectorial durante la enseñanza de conceptos básicos de Electricidad, a partir de ejemplos que propicien el análisis físico y analítico de manifestación del campo eléctrico en situaciones prácticas (superficie cargada, láminas planas y paralelas, condensador cilíndrico), para la formación profesional en estudiantes de ingeniería de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja.

Actividades propuestas:

- 1.- La figura representa una superficie o plano infinito cargado (**S**) y los puntos **P**; **P₂** y **P₃**, sobre un eje perpendicular (**X**) al plano **S**. Además representa dos elementos del plano (**dS₁** y **dS₂**) situados simétricamente respecto a la perpendicular **X**. Represente el vector intensidad del campo eléctrico resultante en los **puntos P**; **P₂** y **P₃**, Argumente lo observado.

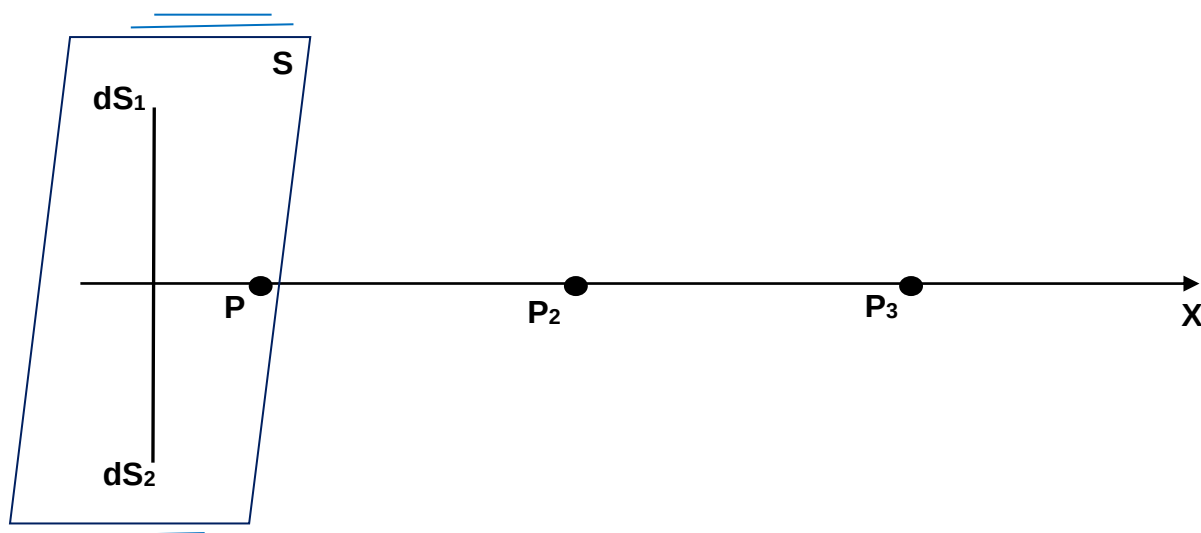


Ilustración 6.1.1: Figura representativa de la actividad propuesta 1 del taller 6

Propuesta de solución:

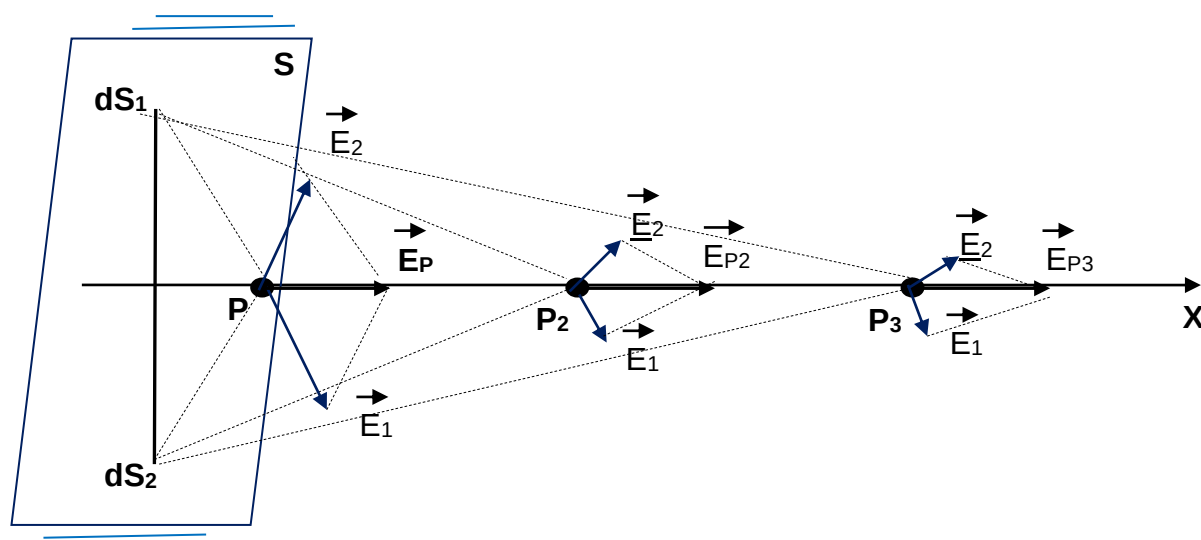


Ilustración 6.1.2: Figura representativa de la propuesta de solución a la actividad propuesta 1 del taller 6

Nótese que:

- Los **campos eléctricos** inherentes ab dS_1 y dS_2 **decrecen** al alejarse del plano infinito cargado S.
- El **ángulo** formado por los vectores E_1 y E_2 también **decrece**
- La **resultante del campo eléctrico** en cada punto (E_P ; E_{P2} y E_{P3}) de la perpendicular (x) no varía.

2.- Se colocan dos láminas infinitas, planas y paralelas entre sí, separadas por una distancia d (como se ilustra en la figura).

La lámina inferior tiene una densidad superficial de carga uniforme y positiva S , y la lámina superior tiene una densidad superficial de carga uniforme y negativa $2S$, ambas de la misma magnitud.

Encuentre el campo eléctrico:

- entre las dos láminas,
- arriba de la lámina superior y
- debajo de la lámina inferior.

Propuesta de solución:

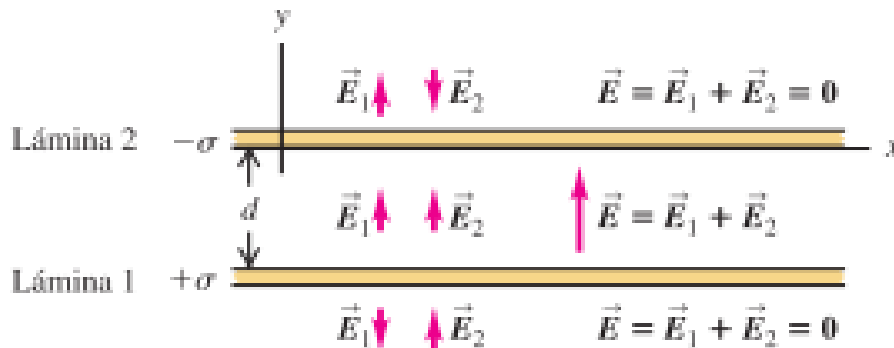


Ilustración 6.2.1: Figura representativa de la propuesta de solución a la actividad propuesta 1 del taller 6

Se conoce el campo eléctrico debido a una sola lámina cargada, plana e infinita. Nuestra meta es encontrar el campo eléctrico debido a dos de tales láminas.

Se utiliza el principio de superposición para combinar los campos eléctricos producidos por las dos láminas, como se indica en la figura.

Sea la lámina 1 la lámina inferior con carga positiva, y la lámina 2 la lámina superior con carga negativa; los campos debidos a cada lámina son $\mathbf{E}_1$ y $\mathbf{E}_2$ respectivamente.

De la ecuación:

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

Tanto $\mathbf{E}_1$ como $\mathbf{E}_2$ tienen la misma magnitud en todos los puntos, sin importar lo lejos que estén de cada lámina:

En todos los puntos, la dirección de $\mathbf{E}_1$ se aleja de la carga positiva de la lámina 1, y la dirección de $\mathbf{E}_2$ va hacia la carga negativa de la lámina 2.

Estos campos y los ejes $\mathbf{X}$ y $\mathbf{Y}$ se ilustran en la figura.

En los puntos entre las láminas, $\mathbf{E}_1$ y $\mathbf{E}_2$ se refuerzan entre sí; en los puntos arriba de la lámina superior o debajo de la lámina inferior, $\mathbf{E}_1$ y $\mathbf{E}_2$ se cancelan mutuamente. Entonces, el campo total es:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \begin{cases} \mathbf{0} & \text{arriba de la lámina superior} \\ \frac{\sigma}{\epsilon_0} \hat{j} & \text{entre las láminas} \\ \mathbf{0} & \text{debajo de la lámina inferior} \end{cases}$$

Como se considera que las hojas son infinitas, el resultado no depende de la separación d .

Nótese que:

El campo eléctrico entre las láminas con cargas opuestas es uniforme.

Además:

Un arreglo de dos placas conductoras con cargas opuestas se llama capacitor, que es un dispositivo que tiene una gran utilidad práctica.

3.- Observe la figura que representa un condensador cilíndrico cargado. Se ilustran armaduras de dicho condensador cilíndrico de radio interior a , radio exterior b , y longitud L , cargado con cargas $+Q$ y $-Q$, respectivamente.

Calcule, aplicando la Ley de Gauss a la región $a < r < b$, la capacidad y energía de dicho condensador.

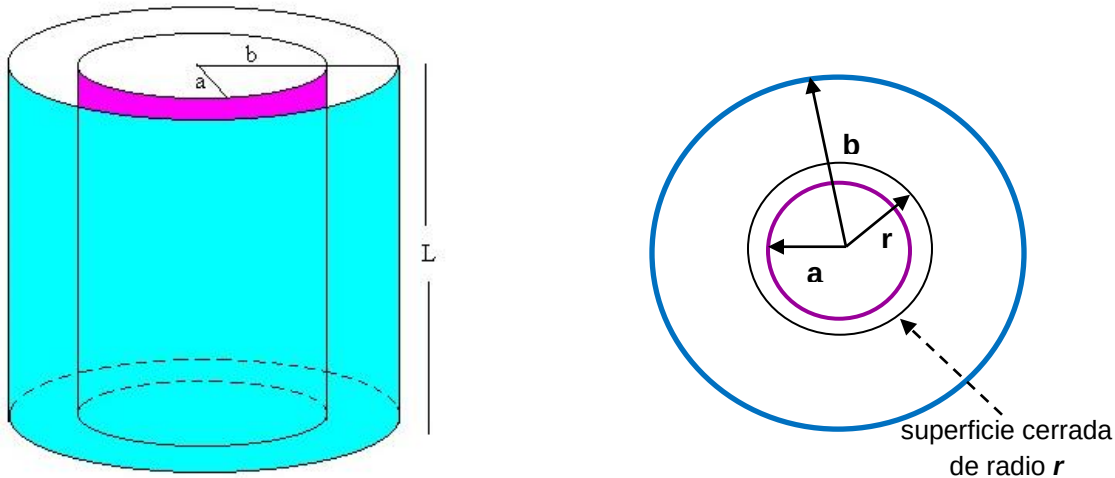


Ilustración 6.3.1: Figura representativa de la actividad propuesta 3 del taller 6

Propuesta de solución:

Para calcular la capacidad eléctrica de un condensador cilíndrico es necesario conocer que el campo existente entre las armaduras del condensador cilíndrico.

Observe en la figura que entre las armaduras del condensador cilíndrico existe un radio interior a , un radio exterior b , y este tiene una longitud L . Además, está cargado con cargas $+Q$ y $-Q$, respectivamente.

Se sugiere iniciar el cálculo representando el campo eléctrico entre las cargas $+Q$ y $-Q$ (es decir, entre las armaduras del condensador)

Entonces, aplicando la Ley de Gauss a la región $a < r < b$, ya que tanto fuera como dentro del condensador el campo eléctrico es cero.

La aplicación del teorema de Gauss, es similar al de una línea cargada y requiere los siguientes

pasos:

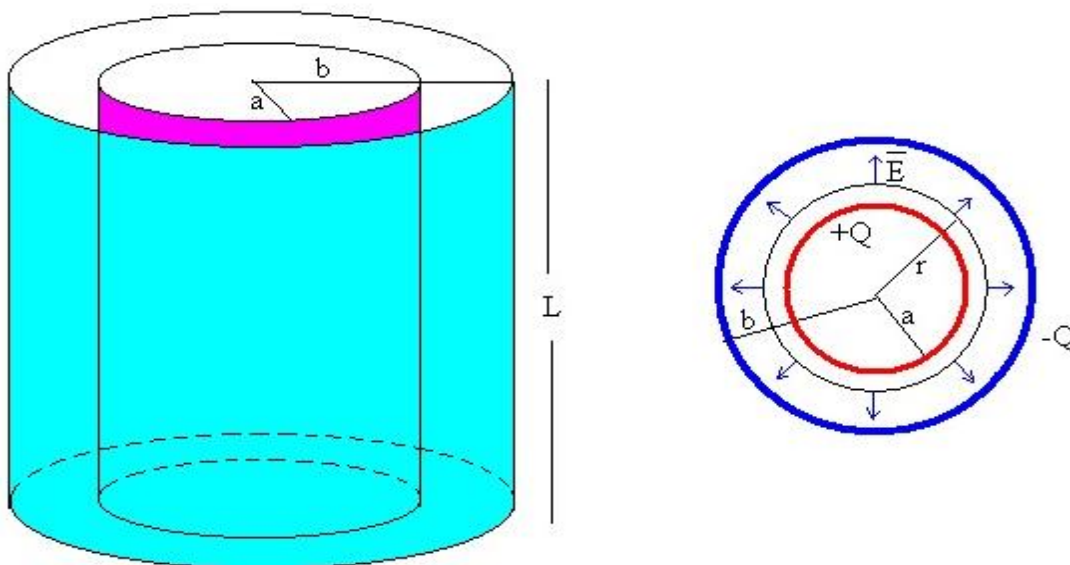


Ilustración 6.3.2: Figura representativa de la propuesta de solución a la actividad 3 del taller

1. A partir de la distribución simétrica de cargas, se determina la dirección del campo eléctrico.

La dirección del campo es radial y perpendicular al eje del cilindro.

2. Se selecciona una superficie cerrada apropiada para calcular el flujo

Tomamos como superficie cerrada, un cilindro de radio r , y longitud L . Tal como se muestra en la figura.

El cálculo del flujo, tiene dos componentes:

- Flujo a través de las bases del cilindro: el campo y el vector superficie son perpendiculares, el flujo es cero.
- Flujo a través de la superficie lateral del cilindro. El campo $\mathbf{E}$ es paralelo al vector superficie $d\mathbf{S}$, y el campo es constante en todos los puntos de la superficie lateral, por lo que,

$$\int_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} = \int_S E \cdot dS \cdot \cos 0^\circ = E \int_S dS = E \cdot 2\pi rL$$

El flujo total es por tanto; $E \cdot 2\pi rL$

3. Determinar la carga que hay en el interior de la superficie cerrada

La carga en el interior de la superficie cerrada vale $+Q$, que es la carga de la armadura cilíndrica interior.

4. Aplicar el teorema de Gauss y despejar el módulo del campo eléctrico

$$E \cdot 2\pi rL = \frac{Q}{\epsilon_0} \quad E = \frac{Q}{2\pi \epsilon_0 rL}$$

Ahora es más fácil demostrar, aplicando el teorema de Gauss, que el campo en las regiones $r < a$ y $r > b$ es nulo.

- En el primer caso, si tomamos una superficie cilíndrica de radio $r < a$ y de longitud L , dicha superficie no encierra carga alguna.
- En el segundo caso, si tomamos una superficie cilíndrica de radio $r > b$ y longitud L , la carga total encerrada es $+Q - Q = 0$, es nula, el flujo es cero y el campo es cero.

En la figura se muestra la representación gráfica del campo E en función de la distancia radial r .

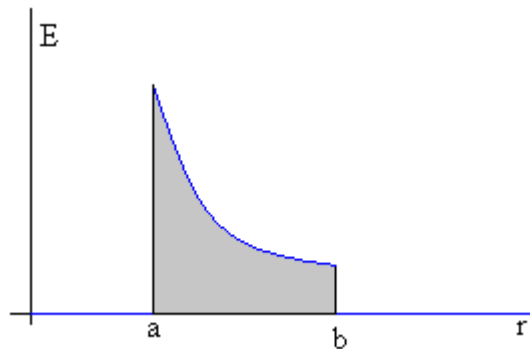


Ilustración 6.3.3: Figura representativa de la propuesta de solución a la actividad 3 del taller 6

La diferencia de potencial ($V - V'$) entre las placas del condensador se calcula integrando, (área sombreada de la figura).

$$V - V' = \int_a^b E \cdot dr = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 L} \ln \frac{b}{a}$$

La capacidad es:

$$C = \frac{Q}{V - V'} = \frac{2\pi\epsilon_0 L}{\ln(a/b)}$$

La capacidad solamente depende de la geometría del condensador (radio **a** y radio **b** de sus armaduras, además de la longitud **L** del condensador)

Si el cilindro interior no está completamente introducido en el exterior, sino solamente una longitud **x**, la capacidad del condensador será:

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0 x}{\ln(a/b)}$$

Y la energía del condensador:

$$U = \frac{1}{2} CV^2$$

.

Capítulo 6. Valoración de los resultados

El sistema educativo se perfecciona en su desarrollo para lograr la calidad que se requiere en los diferentes niveles de estudios, particularmente en la enseñanza universitaria, a través de la elaboración y propuestas de programas en las diferentes disciplinas y en la dirección de los procesos y estructuras de dirección a diferentes instancias. Es ahí donde se crean las bases necesarias para que se cumplan los objetivos propuestos.

Al profesional de educación le corresponde el reto esencial, a partir del empleo de la investigación permanente y de la utilización de los mejores métodos y procedimientos para que, con carácter diferenciado, contribuya a la formación de nuevos profesionales en las universidades, a través de la implementación de esos materiales docentes y de la introducción y generalización de resultados científicos con resultados en la práctica pedagógica.

Diferentes trabajos investigativos evidencian que uno de los problemas actuales que se presenta en la formación universitaria, está marcado por carencias en el aprendizaje de los estudiantes, manifestándose particularmente en la poca profundidad y posibilidades de utilización de los conocimientos, particularmente en lo relacionado a fenómenos eléctricos y dentro de ellos al trabajo vectorial en la comprensión de conceptos esenciales.

Esta investigación se desarrolló a partir de la aplicación de instrumentos y técnicas investigativas para conocer las dificultades en la apropiación de los conocimientos de electricidad, en específico, las que inciden en la formación del concepto campo eléctrico, lo que propició la caracterización del estado inicial de esta problemática y así desarrollar una propuesta para implementar una sistematización de experiencias pedagógicas para el manejo de vectores aplicado al concepto de campo eléctrico en el proceso de formación de ingenieros en la Universidad Santo Tomás seccional Tunja, especialmente se trabajó con una unidad de

análisis conformada por 30 estudiantes de los diferentes programas que se encuentran cursando la asignatura Física Eléctrica.

6.1. Caracterización del estado inicial de esta problemática investigada en la Universidad

Santo Tomás seccional Tunja

Luego de realizar la exploración de la situación del problema de la investigación y diagnosticar la unidad de análisis a partir de las valoraciones, cuantitativa y cualitativamente, de los resultados de instrumentos aplicados (anexos 1, 2 y 3), se hizo necesario analizar y proyectar las tareas encaminadas a la búsqueda de una posible solución, a partir de un breve estudio que caracterizara el programa de Física Eléctrica en los procesos de formación de ingenieros, particularmente en los programas de Ingeniería Mecánica, Electrónica, Civil y de Sistemas, en la Universidad Santo Tomás seccional Tunja.

La unidad de análisis la conformaron 30 estudiantes, que reciben la asignatura Física Eléctrica, como parte de los programas para la formación en las mencionadas ingenierías.

A partir de dicha exploración se constataron manifestaciones de desconocimiento, o conocimiento incompleto o errado, que generan desmotivación en el estudiante, al no lograr asimilar o comprender contenidos de la Física Eléctrica, de mayor grado de complejidad, lo que influye en una adecuada formación de la concepción científica del mundo, específicamente a partir de la comprensión de las interacciones eléctricas y/o la explicación de los fenómenos físicos.

La observación participante, como técnica de recolección de información (anexo 1), permitió caracterizar la situación estudiada e identificar algunos elementos del problema para luego emprender otras acciones en aras de favorecer su solución, además del diseño y coordinaciones necesarias para la implementación de la propuesta.

El estudio independiente orientado en clases y a corto plazo, generalmente para todos los estudiantes, se controla, en la mayoría de los casos, de forma colectiva, lo que no propicia el control eficiente del trabajo del estudiante; además, para realizar el estudio se constató que los estudiantes no necesitan de la consulta con otros profesionales, ni de otras fuentes, como textos o publicaciones.

De manera general no se les exige fundamentaciones en el análisis vectorial de situaciones dadas, pues las actividades orientadas se enmarcan en situaciones del contenido tratado y no las relacionan con otras ciencias o la profesión en que se forman, por lo que las oportunidades para que los estudiantes emitan opiniones o valoraciones son muy pocas.

Por otra parte se observaron incorrecciones lógicas en los estudiantes en operaciones con conceptos y vectores y en sus razonamientos y argumentaciones físicas; además, los profesores propician medianamente el debate y la reflexión entre sus estudiantes.

En las actividades docentes observadas se constató también que la mayoría de los estudiantes, en su comportamiento, manifiestan preparación para comprender el nuevo material de estudio, a partir de la atención e interés que brindan al tema de la clase, por la importancia que atribuyen para la profesión en que se forman, lo que es favorable para desarrollar la sistematización de experiencias pedagógicas propuesta y relacionada al manejo de vectores aplicado al concepto de campo eléctrico en los procesos formativos de ingenieros en la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja.

La autora de la tesis considera sobre la base de su experiencia profesional por más de 20 años como docente que la alternativa metodológica para la sistematización de experiencias pedagógicas y resultados científicos, para el manejo de vectores aplicado al concepto de campo eléctrico, ofrece las siguientes sugerencias:

- No considerar la toma de decisiones y la evaluación como fases de la propuesta, pues ambas están presentes durante todo el proceso de implementación de la alternativa metodológica para la sistematización de experiencias pedagógicas , generados a partir de la actividad científica en el aula, en lo relacionado al trabajo vectorial para el aprendizaje de conceptos básicos de Electricidad, además de ser consecuente con la forma de diseñar las mismas, de forma explícita, en todas las acciones propuestas.
- Es recomendable en la primera fase (de exploración), incrementar las sugerencias metodológicas, brindar más información para la ejecución del diagnóstico.
- Incrementar las acciones y/o actividades en la fase de planificación debido a las dificultades que se han presentado en el manejo de vectores aplicado al concepto de campo eléctrico en la asignatura Física Eléctrica.
- La implementación de la alternativa metodológica para la sistematización de experiencias pedagógicas, específicamente para las acciones de ejecución, control y rediseño o retroalimentación del proceso investigativo, declaradas en las dos últimas fases (Ejecución y control y Socialización), se debe concebir de manera que orientan y organizan su aplicación en la práctica pedagógica.
- La comprensión de la alternativa metodológica para la sistematización de experiencias pedagógicas relacionada al manejo de vectores aplicado al concepto de campo eléctrico exige de la profundización en conocimientos teóricos y metodológicos sobre aspectos como, caracterización, diagnóstico, técnicas de búsqueda y procesamiento de la información, conocimiento aportado a partir del proceso de sistematización, comunicación de los resultados, contextualización e instrumentación de los aportes, vías empleadas para el control de la efectividad, retroalimentación del proceso

investigativo, redacción de informes de sistematización y socialización de resultados, entre otros.

- Para la aplicación de la alternativa metodológica propuesta para la sistematización de experiencias pedagógicas sería conveniente y necesario ofrecer una preparación teórica y metodológica a los que la utilizarán.
- La alternativa metodológica para la sistematización de experiencias pedagógicas favorece el manejo de vectores aplicado al concepto de campo eléctrico en los procesos de formación de ingenieros en los diferentes programas de ingeniería de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja, ya que establece fases, acciones, talleres y actividades con recomendaciones metodológicas y precisiones suficientes para su implementación en la práctica pedagógica.

Esta información obtenida fue procesada e interpretada para realizar los ajustes correspondientes antes de la implementación de la alternativa metodológica en la práctica pedagógica de la asignatura Física Eléctrica en las carreras de ingeniería Mecánica, Electrónica, Civil y de Sistemas, en la Universidad Santo Tomás seccional Tunja.

Al valorar los resultados del cuestionario aplicado para realizar el diagnóstico sobre preconceptos (Anexo 2) se comprobó que los estudiantes no reconocen o identifican magnitudes de carácter vectorial; solo cinco estudiantes (16,7 %) ofrecieron respuestas muy buenas, seis (20,0 %) fueron calificadas de buenas, 15 (50,0 %) de regular y cuatro (13,3 %) de insuficientes.

Se obtuvieron bajos resultados en las representaciones vectoriales, pues solo tres estudiantes (10,0 %) ofrecieron respuestas calificadas de muy buenas, ocho (26,7 %) de bien, nueve (30,0 %) de regular y 10 (33,3 %) de insuficientes.

Las habilidades en el cálculo y los procedimientos matemáticos, conocimientos importantes para favorecer la comprensión y explicación de los hechos, fenómenos y procesos físicos que ocurren en la naturaleza y la técnica se calificaron respuestas muy buenas a tres estudiantes (10,0 %), la calificación de bien la obtuvieron las respuestas de 11 (36,7 %), pero fue preocupante que de regular se calificaran respuestas de 10 estudiantes (33,3 %) y de insuficientes las de seis (20,0 %).

Al explicar o fundamentar la ocurrencia de ciertos fenómenos o procesos físicos solo tres (10,0 %) estudiantes fueron calificados de muy bien, ocho (26,7 %) de bien y con respuestas de regular o insuficientes a 13 (43,3 %) y seis (20,0 %) estudiantes respectivamente. Muestra de los resultados alcanzados por el estudiante MPA se evidencian el anexo 2A y en el anexo 2B se muestran los resultados del estudiante LFN.

Al analizar globalmente los resultados de este instrumento investigativo para diagnosticar los conocimientos y habilidades en el manejo de vectores que poseen los estudiantes en formación como ingenieros electrónicos, mecánicos, civiles y de sistemas de la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja, implementado antes de iniciar los contenidos de vectores aplicados al concepto de campo eléctrico, se constató (anexo 4A y 4B) la carencia en el desarrollo de habilidades para la identificación de magnitudes físicas, su representación vectorial, los procedimientos matemáticos necesarios y las fundamentaciones físicas, lo que evidencia la necesidad e importancia de una intervención pedagógica con nuevas direcciones tendientes a mejorar el nivel educativo y profesional de los estudiantes universitarios, que no sólo sepan identificar las fórmulas adecuadas para solucionar un ejercicio del libro de texto, sino que aprendan a razonar y comprender el significado de los mismos, que incorporen los conocimientos indispensables para la formación científica y técnica de los futuros ingenieros,

que comprendan los fenómenos, específicamente los eléctricos y magnéticos, y los principios en los cuales se sustenta la tecnología

Es inminente entonces, el desarrollo de este proceso investigativo para diseñar una alternativa metodológica contextualizada, adecuada y fundamentada en el trabajo vectorial para el aprendizaje de conceptos básicos de Electricidad, en los programas de formación de ingenieros en la Universidad Santo Tomás seccional Tunja, a partir de una sistematización de experiencias pedagógicas en esta área del conocimiento.

6.2. Valoración de los resultados de la implementación parcial de la alternativa metodológica, a partir de la sistematización de experiencias, en los programas de formación de ingenieros en la Universidad Santo Tomás seccional Tunja

Con el objetivo de evaluar los resultados de la aplicación de la alternativa metodológica propuesta para implementar una sistematización de experiencias pedagógicas para el manejo de vectores aplicado al concepto de campo eléctrico y lograr así desarrollar hábitos y habilidades que favorezcan el aprendizaje de conceptos básicos de Electricidad en estudiantes de ingeniería de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja, se instrumentaron, en la práctica pedagógica, las ideas reflejadas en la propuesta, especialmente a través de los talleres y sus actividades.

A través de la observación (anexo 1), una vez implementada la propuesta, se constató que el estudio independiente se orienta y controla con mayor eficiencia y los estudiantes tienen la necesidad de consultar otras fuentes bibliográficas y a otros profesionales.

Ahora se les exige la realización, generalmente oral, de fundamentaciones en los análisis vectoriales realizados para solucionar situaciones relacionadas con otras ciencias o con la

propia profesión en que se forman, permitiéndoles así que ofrezcan sus opiniones y valoraciones profesionales.

Las correcciones lógicas de los estudiantes en operaciones conceptuales y vectoriales, así como en sus razonamientos y argumentaciones físicas disminuyeron y manifiestan preparación para comprender el material de estudio, a partir de la atención, interés e importancia que le conceden al contenido de la clase, lo que favorece la implementación de la propuesta para la sistematización de experiencias pedagógicas, particularmente relacionada al manejo de vectores aplicado al concepto de campo eléctrico en los procesos formativos de ingenieros en la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja.

Antes de la implementación de la alternativa metodológica se procedió a realizar los ajustes correspondientes en la práctica pedagógica de la asignatura Física Eléctrica en las carreras de ingeniería Mecánica, Electrónica, Civil y de Sistemas, en la Universidad Santo Tomás seccional Tunja, por lo que el perfeccionamiento incluyó como aspectos básicos los siguientes:

- Se diseñaron, consecuentemente acciones para la toma de decisiones y la evaluación en todas las fases y acciones del proceso de implementación de la alternativa metodológica para la sistematización de experiencias pedagógicas relacionadas al trabajo vectorial para el aprendizaje de conceptos básicos de Electricidad.
- En la fase de exploración (correspondiente a la primera fase) se enriquecieron e incluyeron indicadores o normas y se ampliaron las recomendaciones metodológicas para facilitar el diagnóstico, particularmente en el diseño de las pruebas o cuestionarios que se aplicarán.
- En la fase de planificación, atendiendo a las dificultades que evidencian los estudiantes

para operar con cantidades vectoriales , se incrementaron actividades a los talleres, en aras de contribuir a elevar el desarrollo de habilidades en el manejo de vectores, particularmente aplicado al concepto de campo eléctrico

- Independientemente a que las recomendaciones metodológicas ofrecidas para la implementación de la alternativa metodológica para la sistematización de experiencias pedagógicas , específicamente para las acciones de ejecución, control y rediseño o retroalimentación del proceso investigativo, declaradas en las dos últimas fases (Ejecución y control y Socialización), estaban concebidas de manera que orientan y organizan su aplicación en la práctica pedagógica, se profundizó en las sugerencias metodológicas ofrecidas, particularizando en el ambiente psicológico, la preparación de los docentes y la evaluación de los resultados.

La experiencia docente de la investigadora por más de dos décadas de trabajo con la asignatura Física Eléctrica en los procesos de formación de ingenieros, particularmente en los programas de Ingeniería Mecánica, Electrónica, Civil y de Sistemas, en la Universidad Santo Tomás seccional Tunja, permite concluir que la alternativa metodológica propuesta para la sistematización de experiencias pedagógicas generados a partir de la actividad científica de pedagogos, favorece la preparación de docentes para desarrollar, en los estudiantes, habilidades en el trabajo vectorial, en la identificación de magnitudes físicas, en su representación vectorial, en los necesarios procedimientos matemáticos y sus fundamentaciones, en los análisis y valoraciones físicas, entre otras cuestiones importantes y básicas para el estudio de la Física Eléctrica y para el desarrollo profesional.

Al llevar a cabo la propuesta como está concebida, una vez procesada e interpretada la información obtenida y realizados los ajustes correspondientes para su implementación en la práctica pedagógica de la asignatura Física Eléctrica de las carreras de ingeniería Mecánica, Electrónica, Civil y de Sistemas, en la Universidad Santo Tomás seccional Tunja, se procedió a aplicar, durante la fase de Ejecución y control de la alternativa metodológica propuesta y más tarde, analizar y valorar los resultados del cuestionario aplicado (Anexo 5)

En relación a la habilidad de identificar magnitudes de carácter vectorial ahora fueron 19 (63,3 %) las respuestas muy buenas, con un incremento del 46,7 % respecto a los resultados de la prueba que se aplicó como parte del diagnóstico; respuestas calificadas de bien se obtuvieron ocho (26,7 %) con un 6,7 % de incremento; de regular tres (10,0 %) disminuyendo en un -40,0 % y en la calificación de insuficiente no se registraron respuesta, con disminución del -13,3 %.

Mejoraron también los resultados en las representaciones vectoriales, pues 14 estudiantes (46,7 %) ofrecieron respuestas muy buenas e igual número la ofreció de buenas, en un incremento del 36,7 % y del 20,0 %; de regular solo recibió la calificación un estudiante al igual que de insuficiente, disminuyendo en -26,7 % y -30,0 % respectivamente.

Los resultados en las habilidades en el cálculo y los procedimientos matemáticos, considerados conocimientos necesarios para lograr la comprensión y explicación adecuada de hechos, fenómenos y procesos físicos que ocurren en la naturaleza y la técnica se calificaron respuestas muy buenas a 11 estudiantes (36,7 %) que representa un incremento del 26,7 %; con respuestas calificadas de buenas se ubicaron 15 estudiantes (50,0 %) para un incremento del 13,3 %; respuestas de regularon se calificaron tres (10,0 %) para disminuir en un -23,3 % y de insuficientes una (3,3 %) que representa una disminución del -16,7 %.

En relación a respuestas que fundamentaran la ocurrencia de ciertos fenómenos o procesos físicos esta vez 12 (40,0 %) estudiantes obtuvieron calificación de muy bien, que representa un incremento del 30,0 % respecto a los resultados de la prueba pedagógica de entrada; respuestas calificadas de bien se obtuvieron 15 (50,0 %) con un 23,3 % de incremento; de regular tres (10,0 %) disminuyendo en un -33,3 % y en la calificación de insuficiente no se registraron respuesta, con disminución en un -20,0 %.

De la aplicación de este instrumento investigativo para comprobar conocimientos y habilidades en el manejo de vectores durante el estudio de conceptos básicos de Física Eléctrica en la formación de ingenieros en la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja que poseen los estudiantes en formación como ingenieros electrónicos, mecánicos, civiles y de sistemas de esta institución universitaria, implementado durante la fase de ejecución y control y después del desarrollo de los talleres propuestos en la alternativa metodológica, se constataron resultados favorables, específicamente en la identificación de magnitudes físicas, su representación vectorial, los necesarios procedimientos matemáticos y las fundamentaciones, análisis y valoraciones físicas, durante el aprendizaje de conceptos básicos de Electricidad. (Anexo 6 - A y B)

De acuerdo al objetivo, el control de la efectividad de la propuesta, determinado a través de las diferentes formas de evaluación existente, permitió a la autora la retroalimentación y el perfeccionamiento de su trabajo.

El proceso de sistematización generó cambios y transformaciones en el proceso docente educativo (anexo 7 – A y B), tanto en el accionar cotidiano de los profesores, como en el de sus estudiantes en formación como ingenieros, pues se integraron aspectos necesarios del contenidos matemáticos y de la Física Eléctrica, lo que, a criterio de la autora, convirtió esta

propuesta en una de las vías de solución a los problemas del aprendizaje de la Física Eléctrica en la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja.

En el anexo 8 se publican algunas fotos de evidencias del trabajo durante la ejecución de la alternativa metodológica propuesta para la implementación de una sistematización de experiencias pedagógicas, con la participación de estudiantes de ingeniería de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja.

Conclusiones

El proceso de investigación sobre el manejo de vectores aplicado al concepto de campo eléctrico en la formación de ingenieros en la Universidad Santo Tomás seccional Tunja, permitió dar respuesta al objetivo. Los resultados obtenidos propician destacar algunos elementos que resultan esenciales en éste trabajo, ellos son:

- El desarrollo actual en la sociedad exige la actualización constante de los profesores, así como el empleo de nuevas formas de enseñanza. En el contexto de la Educación Superior en Colombia y en particular en la enseñanza de la Física Eléctrica esta situación es de gran importancia.
- Las manifestaciones que generan desmotivación en el estudiante, al no lograr asimilar o comprender contenidos de la Física Eléctrica, limitan la adecuada formación profesional y de la concepción científica del mundo de los ingenieros.
- Después de la implementación de las actividades que conforman la alternativa metodológica y haciendo un análisis de cada una de las fases del proceso se puede plantear lo siguiente:
 - Se propusieron y resolvieron, analítica y gráficamente algunos ejercicios elementales de la vida y la práctica diaria, para favorecer el trabajo vectorial sin contexto físico inicialmente (talleres 1 y 2) y aplicado al concepto de campo electrostático (talleres 3, 4, 5 y 6).
 - La prevalencia de los preconceptos errados, así como las falencias respecto al manejo de cantidades vectoriales y en algunos conceptos básicos de Electricidad, que presenta la mayoría de los estudiantes, se puso de manifiesto durante el diagnóstico. Para la realización de este diagnóstico se partió de la observación de la problemática objeto de

esta investigación y del estudio de los resultados obtenidos por los estudiantes en años anteriores al responder el cuestionario (Anexo 2), que fue diseñado en conjunto por los docentes del área de Física que orientan la asignatura de Física Eléctrica en los diferentes programas de ingeniería de la Universidad Santo Tomás en la seccional Tunja y producto de varias sesiones de trabajo de análisis y reflexión sobre esta problemática.

- Los talleres que se realizaron como parte de la alternativa metodológica, son el producto de una adecuación sistemática, que se ha venido realizando durante varios años de práctica pedagógica en esta área del conocimiento, lo cual ha permitido el mejoramiento del diseño de los mismos.
- Los talleres se desarrollaron en un contexto de aprendizaje con la participación activa de los estudiantes, quienes organizados por grupos de creación espontánea, analizaron, debatieron y propusieron las posibles soluciones de los ejercicios y problemas planteados. La labor del docente estuvo dirigida a orientar a los estudiantes a realizar los análisis de los ejercicios propuestos, de acuerdo a las necesidades cognitivas y la sistematización de contenidos relacionados con operaciones, donde se utilizan magnitudes vectoriales, para garantizar el nivel de partida al iniciar la enseñanza de los conceptos básicos de Electricidad, a partir de operaciones elementales con magnitudes vectoriales, ya sea suma, resta o multiplicación, así como el análisis físico de aquellos ejemplos en condiciones de manifestaciones del campo electrostático.
- Durante la realización de las actividades que conforman la propuesta se observó de manera paulatina un creciente interés de los estudiantes por participar en las discusiones que se propiciaban durante el desarrollo de los talleres, y se evidenció que

iban adquiriendo mayor destreza en el manejo de cantidades vectoriales así como en las operaciones con las mismas, lo cual les permitió posteriormente lograr una mejor comprensión del concepto de campo eléctrico como cantidad vectorial fundamental dentro del Electromagnetismo.

- Después de la realización de los talleres se aplicó otra prueba a manera de cuestionario, con el objetivo de obtener información acerca del proceso que se llevó a cabo, donde se evidenciaron resultados favorables, específicamente en la identificación de magnitudes físicas, su representación vectorial, los procedimientos matemáticos y las fundamentaciones, análisis y valoraciones físicas, durante el aprendizaje de conceptos básicos de Electricidad (Anexo 6 - A y B).
- Los resultados que se derivan a partir de la implementación de la alternativa metodológica propuesta para adelantar una sistematización de experiencias pedagógicas son considerablemente favorables, pues se observó una potencialización en el manejo adecuado de vectores y su aplicación al concepto de campo eléctrico, logrando así una mejor comprensión de este concepto, pues establece fases, acciones, talleres y actividades con recomendaciones metodológicas y precisiones suficientes para su implementación en la práctica pedagógica; lo cual constituye un aporte importante a la formación profesional y a la concepción científica del mundo en estudiantes de ingeniería de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja.
- La alternativa metodológica es aplicable a otros procesos formativos universitarios, siempre que cumpla las exigencias fundamentadas en la investigación y su adecuada contextualización.

- Al finalizar este trabajo investigativo, se considera que la importancia de la sistematización radica en el mejoramiento y la transformación de la propia práctica a partir de un proceso reflexivo por parte del investigador y de quien la realiza.
- Sería muy conveniente que los docentes del área de Física que orientan el curso de Física eléctrica implementasen esta propuesta y desarrollasen la sistematización de las experiencias pedagógicas, ya que el hecho de sistematizar contribuye a la reflexión y transformación de la propia práctica, en la medida en que hay una interacción directa con la misma y permite a quien la realiza interrogarse por su quehacer pedagógico para generar mejoras dentro de su labor.

Recomendaciones

En toda investigación quedan aspectos por resolver, así como otros elementos que se deben continuar trabajando; en este caso se recomienda:

- Continuar profundizando en la preparación de los profesores para la utilización de nuevas formas de relacionar los contenidos de la Física Eléctrica a partir de la sistematización de experiencias pedagógicas y resultados científicos.
- Valorar críticamente y evaluar la alternativa metodológica propuesta con vistas a extrapolarla e implementarla, contextualizada y creadoramente, en las concepciones de otras disciplinas o carreras universitarias y generalizar así el empleo de la sistematización de experiencias pedagógicas y resultados científicos para el perfeccionamiento de los procesos formativos en la Educación Superior.

Bibliografía

- Addine, F. y García, G. (2010). La sistematización de las experiencias de los educadores en ejercicio, un modo de producción de conocimientos desde la investigación educativa. Revista IPLAC, No.2, mayo-junio, La Habana.
- Addine, f. y Hernández, I. (2005). Seminario de Sistematización de la Actividad Científica y la Práctica Pedagógica: “El registro de sistematización profesional: herramienta para la toma de decisiones”, Disco compacto Módulo I, Fundamentos de la investigación educativa, Maestría en Educación, La Habana, Instituto Pedagógico Latinoamericano y Caribeño, IPLAC. 6p
- Allain, R. (2001). Investigating the relationship between student difficulties whith the concept of electric potential and the concept of rate of change. Tesis doctoral. Graduate faculty of North Carolina State University.
- Álvarez de Zayas, C. (1999). Didáctica. La escuela en la vida. Ciudad de la Habana. Ed. Félix Varela. La Habana, Cuba.
- Alzugaray, G (2010). “La comprensión de problemas de campo eléctrico en estudiantes universitarios: aspectos de la instrucción en la organización de representaciones” Tesis doctoral Universidad de Burgos, España.
- Aprendizaje Basado en Problemas. (2008). Guías rápidas sobre nuevas metodologías”. Servicio de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid. Consultado 19/11/2013 On line: innovacioneducativa.upm.es/guias/Aprendizaje_basado_en_problemas.pdf
- Ausubel, D. (1969). “School Learning: An Introduction to Educational Psychology”. Holt, Reinart and Wilson, N. Y.

- Ausubel, D. (1978). "Psicología Educativa: un punto de vista cognoscitivo". Trillas. México
- Bao, L. y Redish, E. (2001). Concentration analysis: A quantitative assessment of student state, *Am. J. Phys.* 69, 45-53
- Barrows, H. (1986). A Taxonomy of problem-based learning methods, en *Medical Education*, 20/6, 481–486.
- Bermúdez, R y Rodríguez, M. (1996). *Teoría y Metodología del Aprendizaje*. Editorial Pueblo y Educación. La Habana.
- Bermúdez, R. (2004). *Aprendizaje formativo y crecimiento personal/ R Bermúdez, L M Pérez.* _ La Habana: Ed Pueblo y Educación.
- Bransford, J. y Barri, S. (1993). *Solución ideal de problemas. Guía para mejor pensar, aprender y crear./John Bransford y Barri Stein/*. Editorial Labor. Barcelona. España
- Caballero, M. y Meneses, J. (1995). Secuencia de enseñanza sobre el electromagnetismo. *Enseñanza de las ciencias*, 13(1), 36-45.
- Campistrous, L. (1993). *Lógica y procedimientos lógicos del aprendizaje*. MINED, ICCP, La Habana, Cuba.
- Campistrous, L. (1999). *Introducción al diseño experimental*. ICCP. Folleto electrónico. La Habana.
- Carson, J. (2007). A Problem with Problem Solving: Teaching Thinking without Teaching Knowledge. *The mathematics Educator*, 17, 7-14.
- Carrillo, A (1998.). *La sistematización de experiencias educativas: reflexiones sobre una práctica reciente*. Pedagogía y saberes. Universidad Pedagógica Nacional.
- Casals, G. y Noguera, P. (2005). *Una experiencia de innovación y mejora de la docencia universitaria mediante la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)*.

- Universidad de Barcelona. Consultado: 19/11/2013. Online:
sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/.../Documento_completo.pdf?...
- Catalán, L. (2010). Inducción electromagnética: Hacia la apropiación del campo conceptual. Cuyo, Mendoza, Argentina.
- Concepción, M. R. (1996). La Formación de Conceptos a través de la Química, Material de consulta <inédito>, I.S.P José de la Luz y Caballero, Holguín, Cuba.
- Davidov, V. y Radzиковsky, A. (1984). La obra científica de L.S Vygotsky y la Psicología moderna. En: Revista de Educación Superior contemporánea, No.3, Habana.
- Domínguez, W. y Calzadilla P. (2011). La sistematización como procedimiento metodológico en la introducción de los resultados científicos de la Maestría en Ciencias de la Educación. (Documento digital). Universidad de Ciencias Pedagógicas. Holguín. Cuba.
- Doran, R. (1980). Basic measurement and evaluation of science instruction. National science teacher association, Washington, D.C.
- Douglas, B. Corral, (2006b). “Aprendizaje Basado en Problemas como técnica didáctica”. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey .Consulta: 18 /11/2013. On line: <http://www.sistema.itesm.mx/va/dide/inf-doc/estrategias/>
- Douglas, B. y Corral, (2006a). “Una propuesta didáctica para el aprendizaje de la Física”. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Consulta: 18 /11/2013 On line: http://www.sistema.itesm.mx/va/dide/tecnicas_didacticas/casos/casos.htm
- Driver, R. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. Enseñanza de las ciencias, 4(1), 3-15.
- Electricidad y Magnetismo. (s/f). En la carrera de Electricidad en un Instituto Tecnológico: Modelos. Consulta en: www.itvillahermosa.edu.mx/.../IQUI-2010-

232%20Electricidad,%20Ma...

Elliot, J. (1996). La Investigación-Acción en Educación. Editorial Morata. Madrid. España.

Entre Ciencia e Ingeniería, ISSN 1909-8367 Año 6. No. 12 - segundo semestre de 2012, página 24-28

Exley, K. y Dennick, R. (2007): Enseñanza en pequeños grupos en Educación Superior.

Consulta en

<http://books.google.com.cu/books?id=6kcaBzIp0x8C&pg=PA85&lpg=PA85&dq=abp+en+la+educacion+superior&source=bl&ots=DCoDWDtyxC&sig=NTIGpXyY3eZo2euUfToIkt2plo&hl=es&sa=X&ei=hCxpU4WJFMGRyATlvYGoBQ&ved=0CFEQ6AEwBQ#v=onepage&q=abp%20en%20la%20educacion%20superior&f=false>

Flores, C. (2006): Guía para el maestro: Modelo didáctico para la enseñanza del

Electromagnetismo. Revista Colombiana de Física. 20/11/2006.ISSN 0120- 2650

Furió, C. y Guisasola, J. (1998). Dificultades de aprendizaje de los conceptos de carga y de campo eléctrico en estudiantes de bachillerato y universidad. España.

Furió, C. y Guisasola, J. (1999). Concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje en electrostática. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento.

Enseñanza de las Ciencias, 17, 441-452.

Furio, C., & Guisasola, J. (2001). La enseñanza del concepto de campo eléctrico basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada.

Gil, D. et. al. (1996). Temas Escogidos de Didáctica de la Física. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana.

Gil, D. y De Guzmán, M. (1993). Enseñanza de las ciencias y la Matemática. Tendencias e innovaciones. Organización de Estados Americanos para la educación, la ciencia y la

- cultura Ed. popular. S. A. Madrid, España.
- Gölk, T. y Silay, I. (2010). The effects of Problem Solving Strategy on Students' achievement, Attitud and Motivation. Lat. Am. J. Phys. Ed, 4, 7-21.
- Gorsky, D. (1980). Lógica. Ediciones Pedagógicas. La Habana. Cuba.
- Gran Diccionario de la Lengua Española. Edición Larousse Planeta. S.A. (versión digital).
- Guétmanova, A. (1989). Lógica. Editorial MIR. Moscú
- Guisasola, J. y otros. (2009): Actividades para el Aprendizaje del Electromagnetismo en Primer Curso de Física para Ciencias e Ingeniería.
- http://cvb.ehu.es/open_course_ware/castellano/tecnicas/electromagnetismo/Course_listing.html
- Guisuisasola, A., Almudí, J. y Zubimendi, J. (2012): Dificultades del aprendizaje de los estudiantes universitarios en la teoría del campo magnético. Consultado en <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v21n1p79.pdf>
- Hernandez, R., Fernández, C. y Batista, P. (2010). Metodología de la investigación. México D.F.: Mc Graw Hill.
- ICCP. (2012). Consideraciones acerca del papel de las investigaciones en el desarrollo de las Ciencias Pedagógicas. Instituto Central de Ciencias Pedagógicas (ICCP). Cuba.
- Jara, O. (1981). ¿Cómo sistematizar? En Selección de Lecturas de Sistematización, C.I.E. Graciela Bustillo”: El Hombre y los valores espirituales en el socialismo. Ed. Progreso. Moscú.
- Jiménez, E. (2000). Estrategia pedagógica para el fomento de la disciplina a través de actividades lúdicas en los estudiantes de sexto grado del Colegio “Nidia Quintero de Turbay”. Tesis de Doctorado. Instituto Central de Ciencias Pedagógicas (ICCP). La

- Habana, Cuba.
- Jungk, W. (1981). Conferencias sobre metodología de la Enseñanza de la Matemática. Segunda Parte. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba.
- Kemmis, S. y McTaggart, R. (1992). Cómo planificar la investigación acción. Editorial Laertes, Barcelona, España.
- Klingberg, L. (1972). Introducción a la Didáctica General. Editorial: Pueblo y Educación. La Habana, Cuba.
- Llancaqueo, A., Caballero, M. y Moreira, M. (2003). El aprendizaje del concepto de campo en física: una investigación exploratoria a la luz de la Teoría de Vergnaud. Diciembre de 2003. Rio de Janeiro, Brasil.
- López, L. (2005). Metodología para el perfeccionamiento del proceso enseñanza aprendizaje del cálculo vectorial, fundamentada en el desarrollo de la visualización matemática tridimensional. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Universidad de Camagüey. Centro de Estudios de Ciencias de la Educación “Enrique José Varona”. Cuba.
- López, M. (1990). ¿Sabes enseñar a describir, definir, argumentar?. Editorial Pueblo y Educación. La Habana.
- Medina A, y Sevillano M. (1995). Didáctica-Adaptación (Tomos I y II). Universidad Nacional a Distancia. Madrid. España.
- Mejías, M. (2008). La sistematización empodera y produce saber y conocimiento Bogotá: Ediciones desde abajo.
- Moreira, M. (2000). Aprendizaje significativo: teoría y práctica.
- Osborne, R. y Wittrock, M. (1983). Learning science: A generative process. Science

Education, 489-508.

Osborne, R. y Wittrock, M. (1995). Las ideas previas y el aprendizaje de las ciencias.

(Fotocopia). Sevilla ED: Diada Editora S.A

Osorio, B., Osrio, J., Campillo, G., Mejia, S. y Covaleda, R. (2012). “Análisis de la Enseñanza y el Aprendizaje del Eelectromagnetismo en el Nivel Tecnológico y Universitario”.

Osorio, B., Osrio, J., Campillo, G., Mejia, S. y Covaleda, R. (2012). “La enseñanza y el aprendizaje del electromagnetismo: una breve revisión de las investigaciones en este campo”, Revista Cintex. Institución Universitaria Pascual Bravo, vol.17, pp. 51-62.

Pérez, G. (2002). Metodología de Investigación. Editora Pueblo y Educación, I parte. La Habana. Cuba.

Petrovsky, A. V. (1978). Psicología General. Ed. Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana.

Petrovsky, A. V. (1979). Psicología evolutiva y pedagógica. Ed. Progreso. Moscú.

Petrovsky, A. V. (1990). Psicología Pedagógica y de las edades. Ed. Pueblo y Educación.

Polya, G. (1988). How to solve it: A new aspect of mathematical method (Second Ed).

Princeton, NJ: Princeton University Press.

Prieto, L. (2006). Aprendizaje activo en el aula universitaria: el caso del aprendizaje basado en problemas, en Miscelánea Comillas. Revista de Ciencias Humanas y Sociales Vol.64.

Núm.124. Págs. 173-196.

Proyecto Educativo Institucional. (2011). Lineamientos básicos. Modelo Educativo Pedagógico de la Universidad Santo Tomás. Tunja. Colombia.

Puentes, M. (2002). La orientación en la actividad pedagógica. Editorial Pueblo y Educación, La Habana. Cuba.

Quintanar, L. (s.f). Elementos del desarrollo de la enseñanza problemática. *Revista Caribeña de*

Ciencias Sociales. Recuperable el 10 de abril de 2015 en la URL: <http://xn--caribea-9za.eumed.net/elementos-del-desarrollo-de-la-ensenanza-problemica-en-la-ensenanza-de-matematicas-y-materias-afines-caso-de-cuba-colombia-y-mexico/>

Racedo, F. (2010): Ciencia y Técnica para todos. Revista Colombiana de Física. ISSN 0120-2650.

Rand, A. (1979). Introducción a la epistemología objetivista. Ensayos filosóficos a partir de un ensayo de Leonard Peikoff.

Ribeiro, A. y Alvarenga, B. (2002). Física general con experimentos sencillos. Oxford University Press

Rodríguez F. J. et. al. (1983). Aplicaciones de las teorías de D.P. Ausubel y J. D. Novak sobre la adquisición y jerarquización de conceptos al aprendizaje de la Física y la Química en B.U.P y C.O.U. Ministerio de Educación y Ciencia. Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Extremadura.

Rodríguez, A. (2007). Orientaciones para la sistematización de los resultados científicos: Experiencia Práctica. Material digital. Instituto Superior Pedagógico “Félix Varela”. CECIP. Villa Clara. Cuba.

Rodríguez, A. y Arteaga, S. (s/f). La Alternativa como resultado científico. En material digital. Instituto Superior Pedagógico “Félix Varela” CECIP. Villa Clara.

Rodríguez, M. (2006). La sistematización como resultado científico de la investigación educativa. ¿Sistematizar la sistematización? Centro de Estudios Educativos de la Universidad Pedagógica “Enrique José Varona”. La Habana. Cuba.

Rodríguez, M. y Bermúdez, R. (1998). Psicología del pensamiento científico. La Habana. 229 p. (Material en soporte magnético).

- Rodríguez, M., Moltó, G. y Bermúdez, R. (1998). La formación de los conceptos científicos en los estudiantes. Ciudad de la Habana. 15 p. (Material en soporte Magnético).
- Rojas, R. (1995). Guía para realizar investigaciones sociales. Editora Plaza y Valdés. México.
- San Juan, B. (2011). “Saber comunicarse para enseñar ciencia”. Anexo de Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas: Modelo para favorecer el desarrollo de la competencia comunicativa educativa del profesional en formación para la enseñanza de las Ciencias Exactas. Universidad de Ciencias Pedagógicas José de la Luz y Caballero, Cuba.
- Sánchez, A. (2012): El Electromagnetismo, una experiencia para vivir. Métodos de enseñanza en Colombia. www.colombiaaprende.edu.co/html/directivas/1598/article-127436.html
- Sánchez, I., Moreira, A. y Caballero, C. (2008). Diseño e implementación de una metodología para el aprendizaje significativo a través de la resolución de problemas (ASARP) de Física en un contexto participativo. Burgos: Universidad de Burgos.
- Sandín, M. (2003). Investigación Cualitativa en Educación. Fundamentos Tradiciones. Madrid: Mc Graw Hill.
- Sandoval, M. (2009a). Problemas de la enseñanza- aprendizaje en una clase tradicional: Dificultades en estudiantes de nivel superior para relacionar el campo eléctrico con el potencial eléctrico. Presentado en el VXII Taller Internacional: Nuevas Tendencias en la Enseñanza de la Física, Puebla
- Sandoval, M. (2009b). Modelos erróneos sobre la comprensión del campo eléctrico, Lat. Am. J. Phys. Edu, 3, Vol. 3, 647-655.
- Sandoval, M. (2011). Aprendizaje activo del campo eléctrico en estudiantes de ingeniería. Tesis doctoral

- Serway, R. (1999). Física, Vol. II Mc.Graw-Hill, México,
- Sierra, B. y Luin, M. (2012): Experimentos cualitativos, una forma de abordar el aprendizaje del Electromagnetismo. www.pedagogica.edu.co/storege/ted/articulos/ted12_10arti.pdf
- Slide, S. (2011). Consulta en: www.slideshare.net/javiersolisp/modelos-heursticos-para-el-aprendizaje.
- Stenhouse, L. (1986). La investigación como base de la enseñanza. Madrid: Morata.
- Torres, A. (1998). “La sistematización de experiencias educativas: Reflexiones sobre una práctica reciente”. Ponencia. Tercer Congreso Iberoamericano y Caribeño de Agentes de Desarrollo Sociocultural y Comunitario. Octubre de 1998. La Habana. Cuba.
- Varona, L. (2009). Metodología para la formación de la autoestima profesional pedagógica. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Universidad de Ciencias Pedagógicas “José de la Luz y Caballero”. Holguín. Cuba
- Vergnaud, G. (1990): Consultado en http://es.wikipedia.org/wiki/G%C3%A9rard_Vergnaud
- Zapata, J. (2013): Enseñanza del Electromagnetismo en la formación inicial. Asociación Colombiana para la investigación en Educación, la Ciencia y Técnica. Consulta en http://www.ing.unal.edu.co/catedras/internacional/esp/c_02.html
- Zilberstein, J y Silvestre, M. (1999). Hacia una didáctica desarrolladora. Ed. Pueblo y Educación. La Habana, Cuba.
- Zilberstein, J. (2000). Una nueva concepción para el desarrollo de la investigación educativa: Los proyectos de investigación, innovación, desarrollo. III simposio Iberoamericano de Investigación. La Habana. Cuba.
- Zilberstein, J., Portela, R. y Mcpherson, M. (1999). Didáctica integradora de las Ciencias Vs Didáctica Tradicional. Experiencia cubana. IPLAC. Cuba.

Anexos

Anexo 1. Guía de observación a actividades docentes

Grupo: _____ Fecha: _____ Hora: _____

I.- Se controla el estudio independiente orientado: Si ____ No ____

El control es: individual ____; por equipos ____; colectivo ____

Las tareas del estudio individual las hicieron:

Todos ____; la mayoría ____; pocos ____; ninguno ____

II.- Las actividades que orienta el profesor son:

Para todos los estudiantes de la clase ____; por equipos ____; individualizados ____

Necesitan de:

Consultar el texto básico ____

Consultar otras fuentes (textos, publicaciones, etc) ____

Hacer experimentos u observaciones ____

Hacer operaciones con vectores ____

Consultar a especialistas ____

Exigen: exposición oral ____; análisis escrito ____; análisis vectorial ____

Contienen situaciones problemáticas relacionadas con:

La propia ciencia: Si ____; No ____

Otras ciencias: Si ____; No ____

Con el entorno sociocultural: Si ____; No ____

La profesión en que se forman: Si ____; No ____

Ofrecen oportunidades para que los estudiantes emitan opiniones o valoraciones:

Adecuadas ____; pocas ____; muy pocas ____; no se ofrecen ____

Son para cumplirse:

A largo plazo (mayor de una semana): _____

A mediano plazo (entre una semana y tres días): _____

A corto plazo (uno o dos días): _____

De inmediato (en la propia clase): _____

Se observan incorrecciones lógicas en:	Por parte de:			
	Profesor		Estudiantes	
	Si	No	Si	No
Operaciones con conceptos	_____	_____	_____	_____
Operaciones con vectores	_____	_____	_____	_____
Razonamientos	_____	_____	_____	_____
Argumentaciones	_____	_____	_____	_____

III.- El profesor:

Propicia el debate y la reflexión por parte de los estudiantes

Ampliamente ____; medianamente ____; muy poco ____; no lo propicia ____

Favorece la tendencia a la ejecución:

Ampliamente ____; medianamente ____; muy poco ____; no la favorece ____

Propicia valoraciones sobre la importancia del tema para:

La sociedad ____; el país ____; la localidad ____; el estudiante ____; la profesión ____

IV.- Los estudiantes, en su comportamiento, manifiestan:

Estar preparados para comprender el nuevo material de estudio:

Todos ____; la mayoría ____; pocos ____; ninguno ____

Atención al desarrollo de la clase:

Todos ____; la mayoría ____; pocos ____; ninguno ____

Interés por el tema:

Todos ____; la mayoría ____; pocos ____; ninguno ____

Interés por la importancia del tema para la profesión:

Todos ____; la mayoría ____; pocos ____; ninguno ____

Anexo 2. Cuestionario I

Objetivos: Diagnosticar los conocimientos y habilidades en el manejo de vectores que poseen los estudiantes en formación de ingenieros en la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja.

Universidad Santo Tomás Seccional Tunja

Departamento de Ciencias Básicas. Área de Física

Tema: Vectores

Nombre: _____ Fecha: _____ Código: _____

Estudiante, estamos realizando un estudio investigativo con el propósito de conocer sus conocimientos y habilidades en el manejo de vectores en los procesos de formación de ingenieros en la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja.

Es por esto que te pedimos que leas detenidamente y responda en una hoja adicional o al respaldo de esta de forma ordenada.

CUESTIONARIO:

1. ¿Cuál de las siguientes variables son vectores y cuáles no lo son?

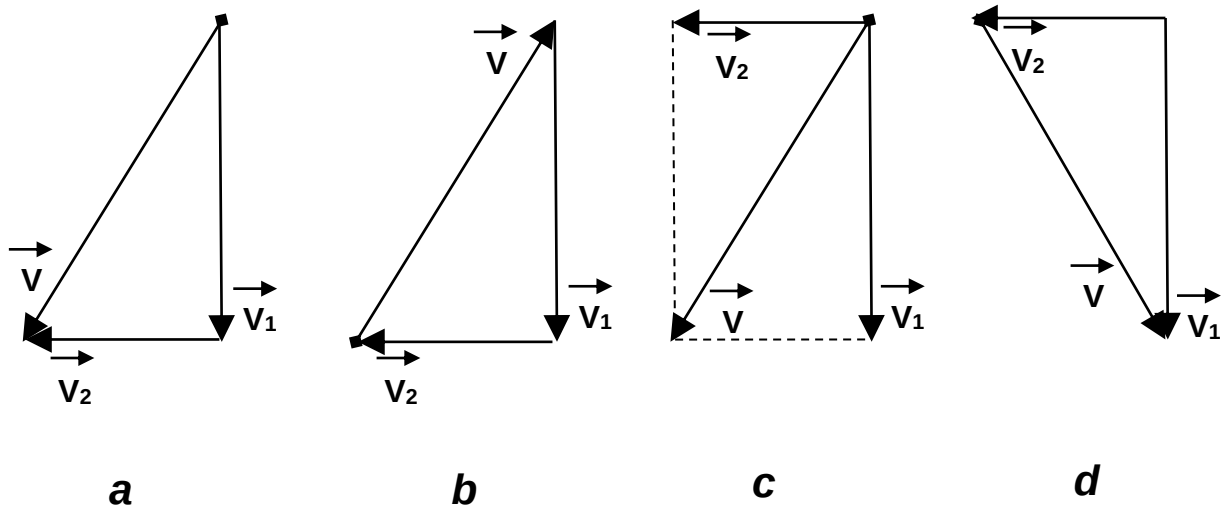
<u>Variables</u>	<u>Si es vector</u>	<u>No es vector</u>
Fuerza	_____	_____
Temperatura	_____	_____
Volumen	_____	_____
Rating de un programa de televisión	_____	_____
Altura	_____	_____
Velocidad	_____	_____
Edad	_____	_____
Energía	_____	_____
Distancia	_____	_____
Desplazamiento	_____	_____
Aceleración	_____	_____

2. Un vector de posición tiene una longitud de 40m y se encuentra ubicado formando un ángulo de 57° sobre el eje x.

a) Encuentre las componentes del vector.

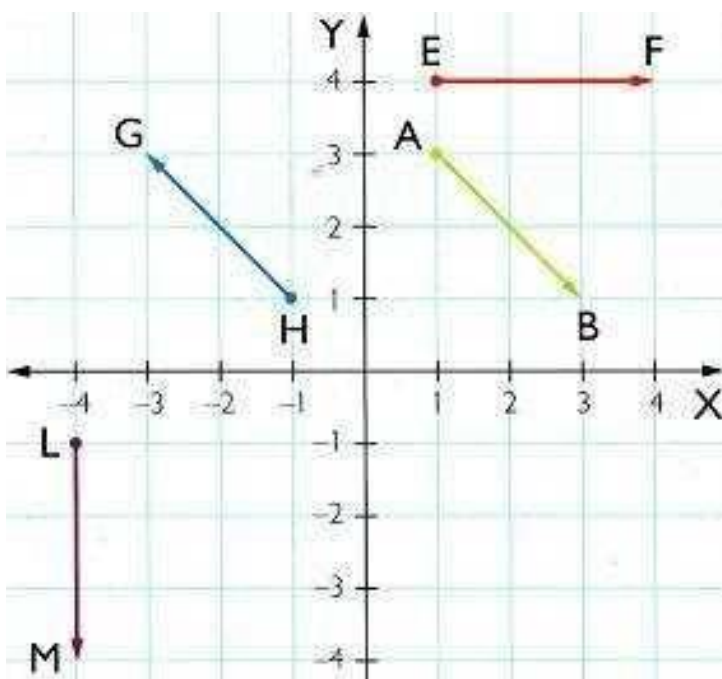
b) Represente el vector gráficamente.

3. Las figuras de este problema las dibujó un estudiante cuando trataba de obtener la resultante vectorial $\mathbf{V}$ de dos vectores, $\mathbf{V}_1$ y $\mathbf{V}_2$. Los diagramas en que el vector $\mathbf{V}$ se obtuvo son: a, b, c, d. (Encierre en un círculo las respuestas correctas).

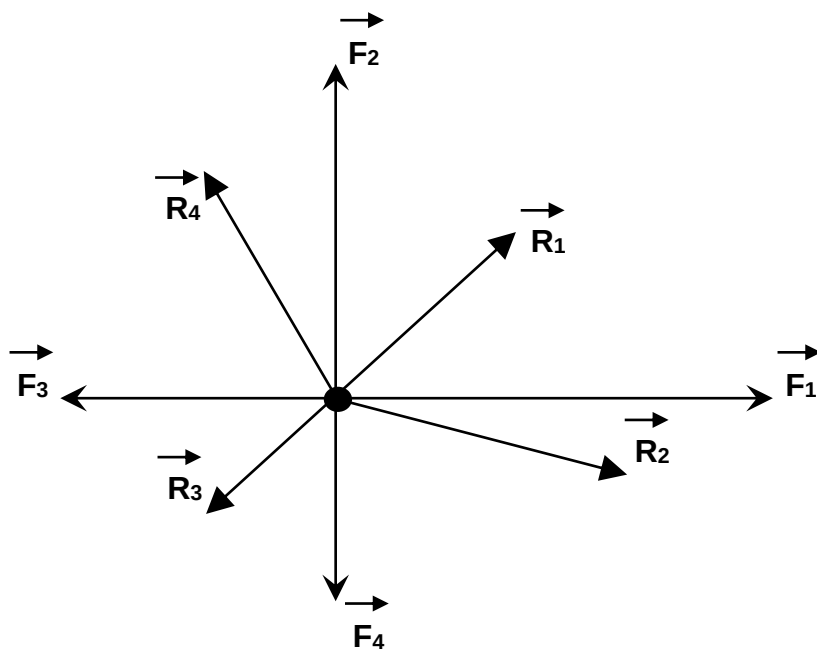


4. Para la siguiente representación gráfica de vectores:

- Escriba los vectores de la gráfica en coordenadas cartesianas.
- Calcule la longitud y la dirección de los vectores.
- Sume gráficamente los vectores.



5. La resultante de cuatro vectores F_1 , F_2 , F_3 y F_4 que se muestran en la figura, está mejor representada por: R_1 , R_2 , R_3 o R_4 . Señale con un círculo la solución correcta.



POSIBLES RESPUESTAS Y NORMAS PARA CALIFICACIÓN:

Actividad 1: Reconocimientos de magnitudes vectoriales

- Se califica de Muy bien: Si señala como vectores las 4 variables correctas.
- Se califica de Bien: Si señala como vectores a 3 de las 4 variables correctas.
- Se califica de Regular: Si señala como vectores a 1 o 2 de las 4 variables correctas.
- Se califica de Insuficiente: Si no señala como vectores a ninguna de las 4 variables correctas.

Actividad 2; a): Descomposición de un vector

- Se califica de Muy bien: Si señala correctamente las componentes de ambos vectores.
- Se califica de Bien: Si señala correctamente las componentes de ambos vectores, con algún grado de imprecisión.
- Se califica de Regular: Si señala correctamente una de las componentes de un vector, y la segunda con algún grado de imprecisión.
- Se califica de Insuficiente: Si no señala ninguna de las componentes de los vectores.

Actividad 2; b): Representación gráfica de un vector

- Se califica de Muy bien: Si representa correctamente el vector indicado.
- Se califica de Bien: Si representa, con grado mínimo de imprecisión, el vector indicado.
- Se califica de Regular: Si representa, con algunas imprecisiones, el vector indicado, o solo lo señala
- Se califica de Insuficiente: Si no representa el vector indicado.

Actividad 3: Representación gráfica de la resultante de dos vectores

- Se califica de Muy bien: Si señala correctamente los casos **a** y **c**.
- Se califica de Bien: Si señala correctamente los casos **a** y **c**, además de indicar otro.
- Se califica de Regular: Si señala solo uno de los casos correctos.
- Se califica de Insuficiente: Si no señala ninguno de los casos correctos.

Actividad 4; a): Representación vectorial en coordenadas cartesianas

- Se califica de Muy bien: Si representa correctamente los 4 vectores en las coordenadas cartesianas.
- Se califica de Bien: Si representa correctamente, por lo menos 3 de los vectores en las coordenadas cartesianas.
- Se califica de Regular: Si representa correctamente, 1 o 2 de los vectores en las coordenadas cartesianas.
- Se califica de Insuficiente: Si no representa ninguno de los vectores en las coordenadas cartesianas.

Actividad 4; b): Cálculos de longitud y dirección en vectores

- Se califica de Muy bien: Si señala o calcula correctamente la longitud de los 4 vectores, a partir de considerar su dirección.
- Se califica de Bien: Si señala o calcula correctamente la longitud de 3 de los vectores y tiene en cuenta la dirección de estos.
- Se califica de Regular: Si señala o calcula correctamente la longitud de 1 o 2 de los vectores y tiene en cuenta la dirección de estos.
- Se califica de Insuficiente: Si no señala o calcula la longitud de ninguno de los

vectores.

Actividad 4; c): Suma vectorial

- Se califica de Muy bien: Si realiza correctamente la suma vectorial de los 4 vectores, a partir de considerar su dirección.
- Se califica de Bien: Si realiza, con grado mínimo de imprecisión, la suma vectorial de los 4 vectores, a partir de considerar su dirección.
- Se califica de Regular: Si realiza, con alguna imprecisión, la suma vectorial de algunos de los vectores, a partir de considerar su dirección.
- Se califica de Insuficiente: Si no realiza la suma vectorial de ninguno de los vectores.

Actividad 5: Identificar gráficamente la resultante de un sistema de vectores.

- Se califica de Muy bien: Si señala correctamente al vector $\mathbf{R}_1$.
- Se califica de Bien: Si señala al vector $\mathbf{R}_1$, además de indicar otro.
- Se califica de Regular: Si señala al vector $\mathbf{R}_1$, además de indicar otros.
- Se califica de Insuficiente: Si no señala al vector $\mathbf{R}_1$.

Anexo 2 A. Resultados alcanzados por el estudiante MPA.

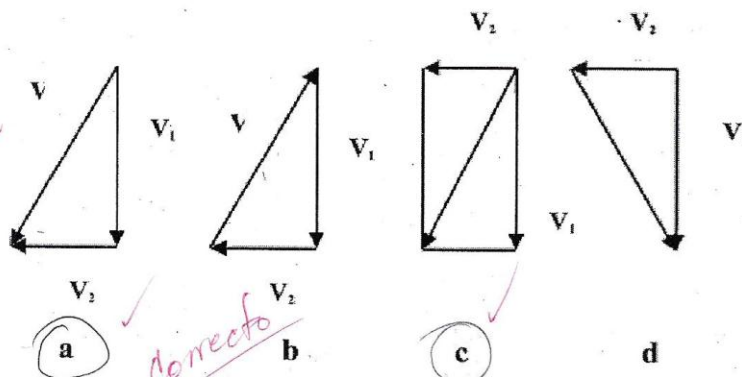
Universidad Santo Tomás
Seccional Tunja, Departamento de Ciencias Básicas, Área de Física

Prueba diagnóstica: Vectores

Nombre: Maria Paula Alvarado Torres Fecha: _____ Código: 2173153

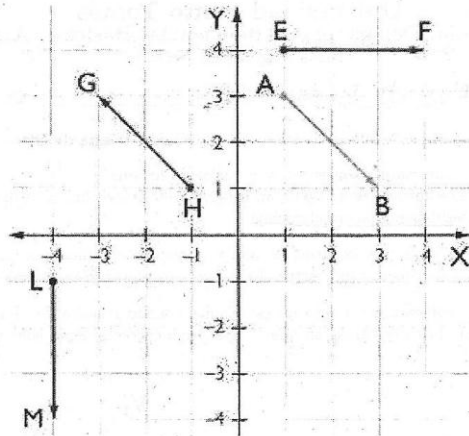
Lea detenidamente y responda en una hoja adicional o al respaldo de esta de forma ordenada.

1. ¿Cuál de las siguientes variables son vectores y cuáles no lo son?
Fuerza, temperatura, volumen, el rating de un programa de televisión, la altura, la velocidad, la edad, energía, distancia, desplazamiento, aceleración
2. Un vector de posición tiene una longitud de 40m y se encuentra ubicado a un ángulo de 57° sobre el eje x. Encuentre la componentes del vector. Represente el vector gráficamente.
3. Las figuras de este problema las dibujó un estudiante cuando trataba de obtener la resultante $\vec{V}$ de dos vectores $\vec{V}_1$ y $\vec{V}_2$. Los diagramas en que $\vec{V}$ se obtuvo correctamente son: a, b, c, d (Encierre en

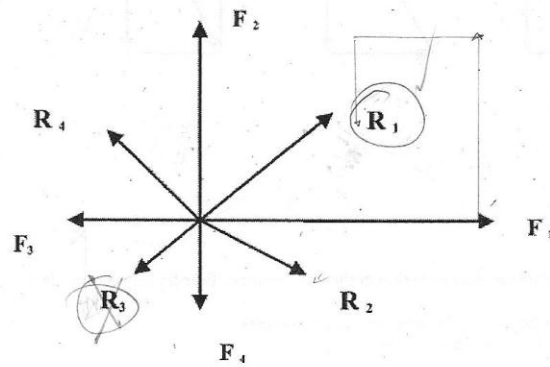


un círculo).

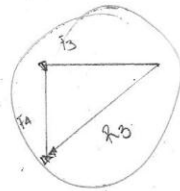
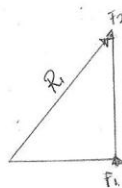
4. a) Para la siguiente representación gráfica de vectores: Escriba los vectores de la gráfica en coordenadas cartesianas.
b) Calcule la longitud y la dirección de los vectores.
c) Sume gráficamente los vectores.



5. La resultante de cuatro vectores $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$ y $\vec{F}_4$ que se muestran en la figura, está mejor representada por: R_1 , R_2 , R_3 o R_4 (encierre en un círculo).

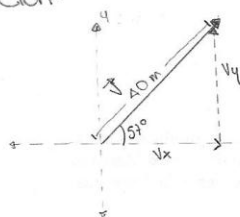


La suma de la resultante R_1 y R_3



Solución:

2.



$$\vec{V}_x = V \cdot \cos(57^\circ)$$

$$\vec{V}_x = 40 \text{ m} \cdot \cos(57^\circ) = 21.78 \text{ m}$$

$$\vec{V}_y = V \cdot \sin(57^\circ)$$

$$\vec{V}_y = 40 \text{ m} \cdot \sin(57^\circ) = 33.54 \text{ m}$$

Correcto

4.

$$\vec{V}_{AB} = \langle 3, 1 \rangle, \langle 1, 3 \rangle = \langle 3-1, 1-3 \rangle = \langle 2, -2 \rangle$$

Coordenadas del Vector.

$$\vec{V}_{EF} = \langle 4, 4 \rangle, \langle 1, 4 \rangle = \langle 4-1, 4-4 \rangle = \langle 3, 0 \rangle$$

$$\vec{V}_{GH} = \langle -3, 3 \rangle, \langle -1, 1 \rangle = \langle -3-(-1), 3-1 \rangle = \langle -2, 2 \rangle$$

$$\vec{V}_{LM} = \langle -4, -4 \rangle, \langle -4, -1 \rangle = \langle -4-(-4), -4-(-1) \rangle = \langle 0, -3 \rangle$$

Coordenadas bien

Longitud:

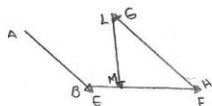
$$|\vec{V}_{AB}| = \sqrt{(2)^2 + (-2)^2} = 2.82 \text{ (m)}$$

$$|\vec{V}_{EF}| = \sqrt{(3)^2 + (0)^2} = 3 \text{ (m)}$$

$$|\vec{V}_{GH}| = 2.82 \text{ (m)}$$

$$|\vec{V}_{LM}| = 3 \text{ cm}$$

Suma grafica:



Longituds bien
Falta hallar S.

Dirección

No hay.

Anexo 2B. Resultados alcanzados por el estudiante LFN.

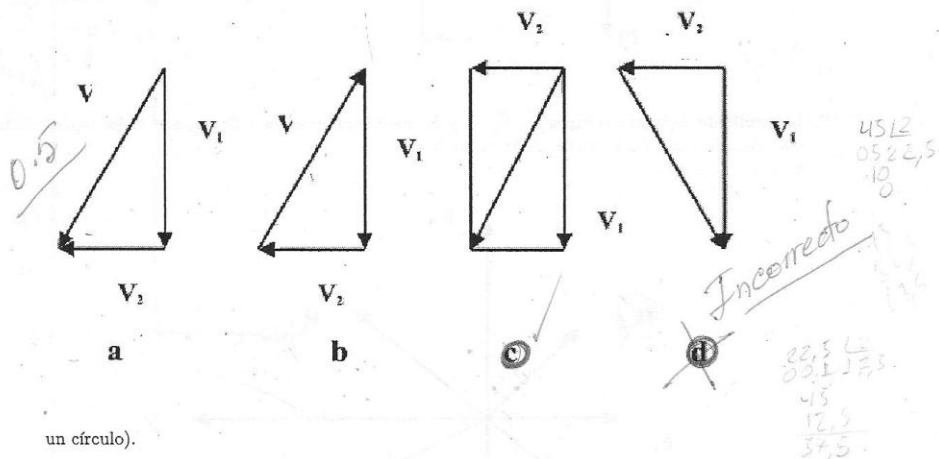
0.1.2

Universidad Santo Tomás
Seccional Tunja, Departamento de Ciencias Básicas, Área de Física
Prueba diagnóstica: Vectores

Nombre: Luis Felipe Navarrete Fecha: 23/02/15 Código: 3120905

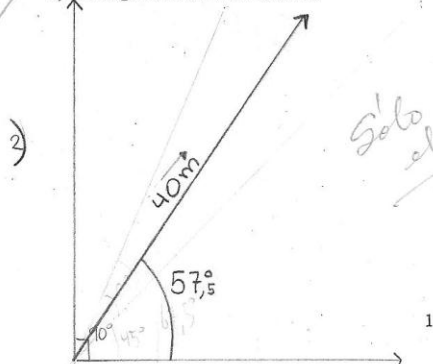
Lea detenidamente y responda en una hoja adicional o al respaldo de esta de forma ordenada.

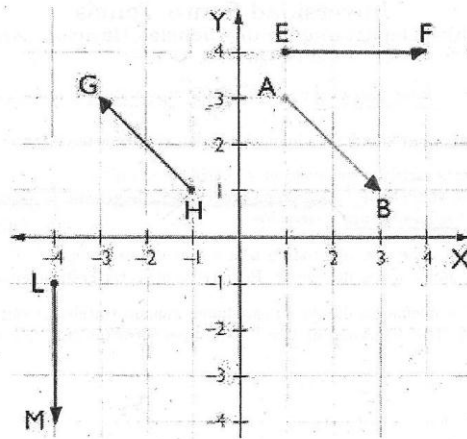
- 0.5/ 0.2
- ¿Cuál de las siguientes variables son vectores y cuáles no lo son?
Fuerza, temperatura, volumen, el rating de un programa de televisión, la altura, la velocidad, la edad, energía, distancia, desplazamiento, aceleración.
 - Un vector de posición tiene una longitud de 40m y se encuentra ubicado a un ángulo de 57° sobre el eje x. Encuentre la componentes del vector. Represente el vector gráficamente.
 - Las figuras de este problema las dibujó un estudiante cuando trataba de obtener la resultante $\vec{V}$ de dos vectores $\vec{V}_1$ y $\vec{V}_2$. Los diagramas en que $\vec{V}$ se obtuvo correctamente son: a, b, c, d (Encierre en



un círculo).

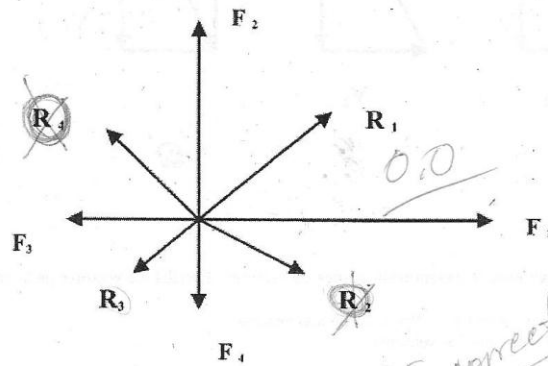
- 0.0
- Para la siguiente representación gráfica de vectores: Escriba los vectores de la gráfica en coordenadas cartesianas.
 - Calcule la longitud y la dirección de los vectores.
 - Suma gráficamente los vectores.





- No calcula
Coordenadas
de los
vectores*
- a) $E=(1,4) \cup F=(4,4)$
 $A=(1,3) \cup B(3,1)$
 $G=(-3,3) \cup H(-1,1)$
 $L=(-4,-1) \cup M(-4,-4)$
- Mal longitud*
- b) $E \cup F = 3u \rightarrow$
 $A \cup B = 2u \searrow$
 $H \cup G = 2u \swarrow$
 $L \cup M = 3u \downarrow$
- c) $-o-$ *No hay
direcciones
No hay
suma*

5. La resultante de cuatro vectores $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$ y $\vec{F}_4$ que se muestran en la figura, está mejor representada por: R_1 , R_2 , R_3 o R_4 (encierre en un círculo).



Incorrecto

Anexo 4 – A

Tabla de resultados de las habilidades evaluadas en el cuestionario I

Evaluados:		30 estudiantes	Resultados							
Habilidades evaluadas		Mb	%	B	%	R	%	I	%	
1:	Reconocer magnitud vectorial	5	16,7	6	20,0	15	50,0	4	13,3	
2; a):	Descomponer vectores	4	13,3	8	26,7	12	40,0	6	20,0	
2; b):	Representar vectores	3	10,0	7	23,3	11	36,7	9	30,0	
3:	Identificar resultante de dos vectores	4	13,3	9	30,0	12	40,0	5	16,7	
4; a):	Representar vectorial en coordenadas cartesianas	3	10,0	11	36,7	7	23,3	9	30,0	
4; b):	Calcular longitud y dirección vectorial	3	10,0	10	33,3	8	26,7	9	30,0	
4; c):	Sumar vectores	3	10,0	8	26,7	9	30,0	10	33,3	
5:	Identificar resultante de sistemas vectoriales	4	13,3	8	26,7	13	43,3	5	16,7	
6; a):	Trabajar en plano cartesiano	5	16,7	10	33,3	9	30,0	6	20,0	
6; b):	Representar vectorialmente los desplazamientos	4	13,3	11	36,7	10	33,3	5	16,7	
6; c):	Calcular distancias recorridas	3	10,0	11	36,7	10	33,3	6	20,0	
6; d):	Calcular desplazamientos	3	10,0	11	36,7	10	33,3	6	20,0	
6; e):	Identificar direcciones vectoriales y distancias	3	10,0	9	30,0	12	40,0	6	20,0	

6; f):	Identificar direcciones y desplazamientos vectoriales	3	10,0	11	36,7	10	33,3	6	20,0
--------	---	----------	------	-----------	------	-----------	------	----------	------

Anexo 4 - B

Tabla de resumen de resultados de las habilidades diagnosticadas a través del cuestionario I

Diagnosticados:	30 estudiantes	Resultados							
		Habilidades diagnosticadas	Mb	%	B	%	R	%	I
I.-Identificación de magnitudes		5	16,7	6	20,0	15	50,0	4	13,3
II.-Representación vectorial		3	10,0	8	26,7	9	30,0	10	33,3
III.-Procedimientos matemáticos		3	10,0	11	36,7	10	33,3	6	20,0
IV.-Fundamentación física		3	10,0	8	26,7	13	43,3	6	20,0

Anexo 5.

Cuestionario II

Objetivos: Comprobar los conocimientos y habilidades en el manejo de vectores durante el estudio de conceptos básicos de Física Eléctrica en la formación de ingenieros en la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja.

Universidad Santo Tomás Seccional Tunja

Departamento de Ciencias Básicas. Área de Física

Prueba diagnóstica final: Vectores en Física Eléctrica

Nombre: _____ Fecha: _____ Código: _____

Estudiante, continuamos el estudio investigativo con el propósito de conocer la efectividad de una propuesta para favorecer sus conocimientos y habilidades en el manejo de vectores en los procesos de formación de ingenieros en la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja.

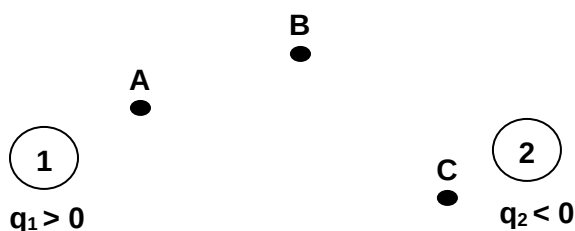
Es por esto que te pedimos, una vez más, que leas detenidamente y responda en una hoja adicional o al respaldo de esta de forma ordenada.

CUESTIONARIO:

1. La figura representa dos cuerpos puntuales cargados.

a) Represente las líneas de fuerzas entre las cargas.

b) Represente el vector “intensidad de campo eléctrico” en los puntos A, B y C.

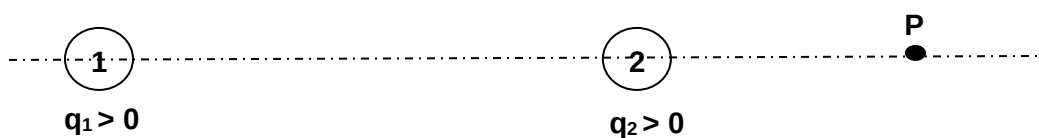


2. Dos cuerpos puntuales cargados y un punto **P** están representados en la siguiente figura. Si

el vector “intensidad de campo electrostático” en el punto **P**, inherente al cuerpo 1 es de 5 N/C y al cuerpo 2 de 10 N/C.

a) Calcule la intensidad de campo electrostático en el punto **P**.

b) Represente el vector “intensidad de campo electrostático” en el punto **P**.



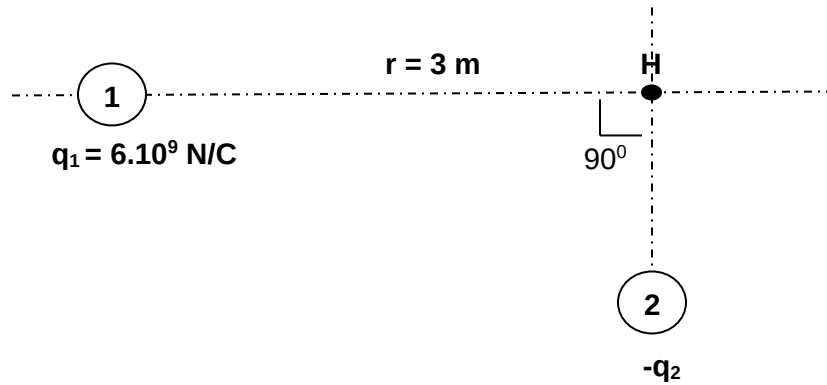
3. En la figura están representados dos cuerpos puntuales cargados (q_1 y $-q_2$) y un punto **H**.

(Recuerde que $K = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$)

a) Calcule la intensidad de campo electrostático en el punto **H**. Considere que el campo electrostático inherente al segundo cuerpo ($-q_2$) en el mismo punto **H** tiene un valor de **8**

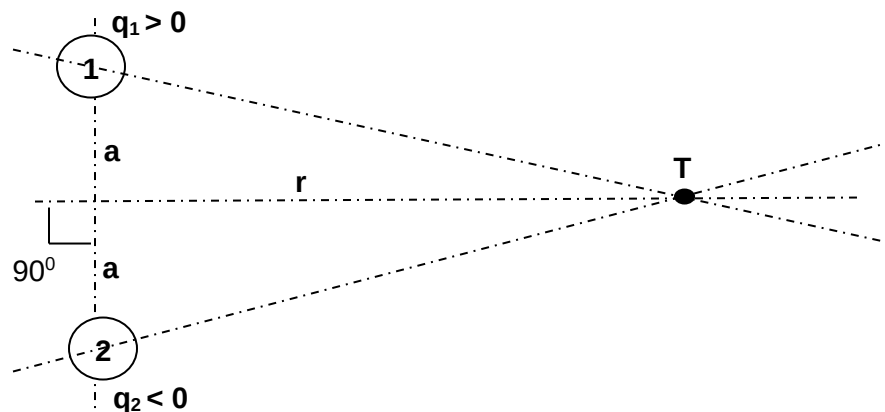
N/C

- b) Represente gráficamente el vector resultante “intensidad de campo electrostático” en el punto **H**.



4. Un dipolo eléctrico se ha representado en la figura, con cargas $(+q_1 \text{ y } -q_2)$ de igual magnitud y separados, una de la otra, a una distancia $2a$. El dipolo eléctrico está a una distancia r del punto **T**. (Considere $r \gg a$)

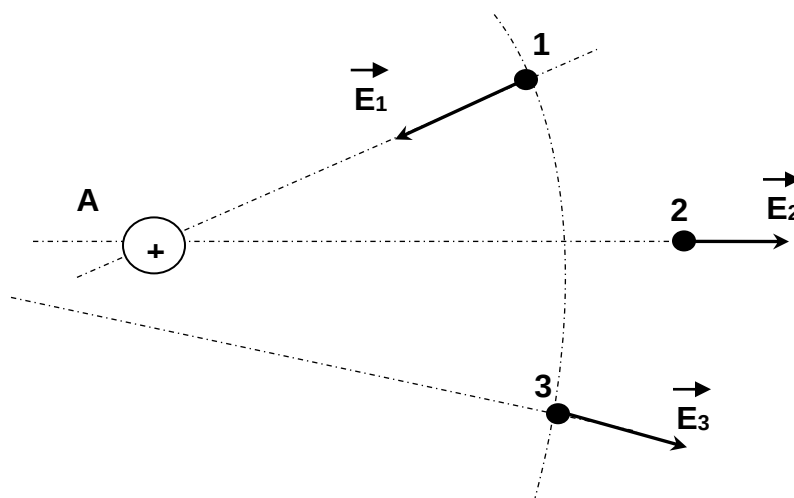
- a) Represente gráficamente los vectores “intensidad de campo electrostático” de las cargas $(+q_1 \text{ y } -q_2)$ en el punto **T**.
- b) Represente gráficamente el vector resultante “intensidad de campo electrostático” en el punto **T**.



5. Un estudiante ha representado los vectores “intensidad de campo eléctrico” en los puntos **1**, **2** y **3** del campo inherente al cuerpo **A**, electrizado y aislado.

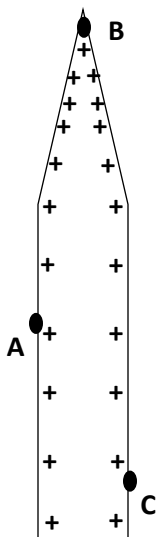
a) Valore y critique cada una de las representaciones realizadas.

b) Represéntelas según su criterio



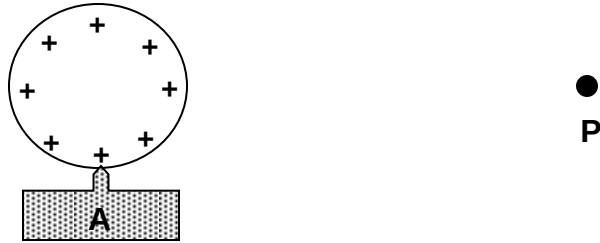
6. Represente gráficamente el vector resultante “intensidad de campo eléctrico” en los puntos **A**, **B** y **C** de la superficie del cuerpo representado en la siguiente figura.

Fundamente las representaciones realizadas por usted.



7. Observe, analice y responda:

- a) En la figura se modela una esfera **A**, cargada positivamente, y un punto **P**. Represente y nombre el vector que se genera en el punto **P** debido a la interacción del campo eléctrico inherente a la esfera **A**. Fundamente su respuesta.

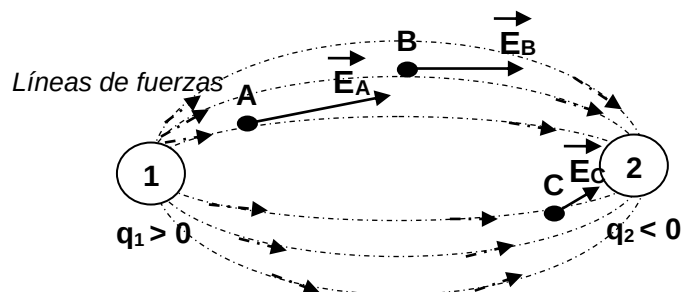


- b) Si en el lugar del punto **P**, colocamos un cuerpo **B** con carga q_0 positiva. Represente y nombre los vectores que se generan por la interacción de ambos cuerpos cargados eléctricamente. Fundamente su respuesta.



POSIBLES RESPUESTAS Y NORMAS PARA CALIFICACIÓN:

Actividad 1: Representación de líneas de fuerzas entre cargas eléctricas e intensidad de campo eléctrico en puntos indicados



Normas:

- Se califica de Muy bien: Si representan las líneas de fuerzas entre las cargas, con la dirección correctamente y representan la intensidad de campo eléctrico en los puntos A, B y C, según lo solicitado.
- Se califica de Bien: Si representan las líneas de fuerzas entre las cargas, con su dirección y la intensidad de campo eléctrico en los puntos A, B y C, con alguna imprecisión.
- Se califica de Regular: Si representan las líneas de fuerzas entre las cargas y la intensidad de campo eléctrico en los puntos, con imprecisiones.
- Se califica de Insuficiente: Si no representan las líneas de fuerzas entre las cargas ni la intensidad de campo eléctrico en los puntos.

Actividad 2: Cálculo y representación intensidad de campo eléctrico

- a) Aplicar el principio de superposición:
$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

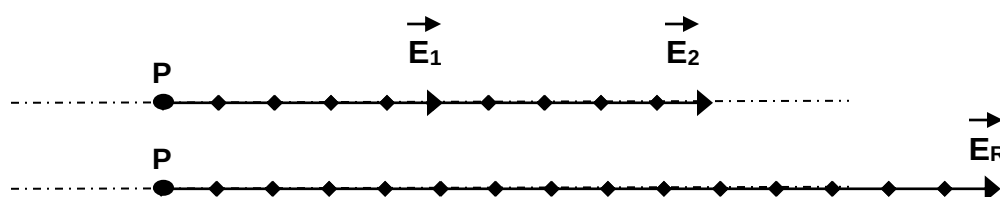
Deben analizar que: Como q_1 y q_2 son mayores que cero (positivos), entonces son

vectores colineales de igual sentido, por tanto, el módulo del vector resultante calculado, en el punto **P** es: $E_R = 5 \text{ N/C} + 10 \text{ N/C} = 15 \text{ N/C}$

Normas:

- Se califica de Muy bien: Si identifican los datos, realizan el análisis de la situación de manera adecuada y aplican correctamente el principio de superposición para llegar al resultado.
- Se califica de Bien: Si identifican los datos y a partir del análisis de la situación, aplican correctamente el principio de superposición para llegar al resultado, con alguna imprecisión.
- Se califica de Regular: Si identifican los datos, se infiere el análisis de la situación realizado y aplican el principio de superposición con imprecisiones.
- Se califica de Insuficiente: Si no identifican datos, o no realizan análisis de la situación y aplican el principio de superposición incorrectamente.

b) Suma vectorial



Normas:

- Se califica de Muy bien: Si realizan correctamente la representación de la suma vectorial.
- Se califica de Bien: Si representa, con grado mínimo de imprecisión, la suma vectorial.

- Se califica de Regular: Si representa, con imprecisiones, la suma vectorial.
- Se califica de Insuficiente: Si no representa la suma vectorial.

Actividad 3: Cálculo y representación intensidad de campo eléctrico

a) Aplicar el principio de superposición: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$

Deben calcular E_1 : ($E_1 = k \cdot q / r^2 = 6 \text{ N/C}$)

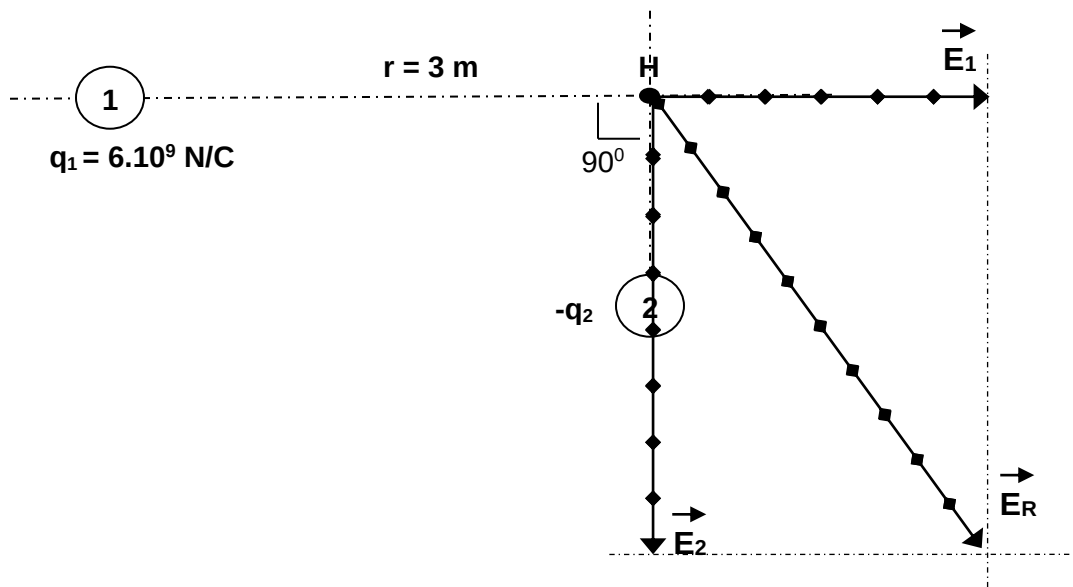
Deben analizar que: Como los vectores E_1 y E_2 forman un ángulo de recto (90°), se puede calcular:

$$E^2 = E_1^2 + E_2^2 = 10 \text{ N/C}$$

Normas:

- Se califica de Muy bien: Si identifican los datos, aplican correctamente el principio de superposición, realizan el análisis de la situación de manera adecuada, realizan los cálculos necesarios y llegan al resultado.
- Se califica de Bien: Si identifican los datos, aplican el principio de superposición, realizan el análisis de la situación, realizan los cálculos necesarios y llegan al resultado, con un mínimo de imprecisiones.
- Se califica de Regular: Si identifican los datos, aplican el principio de superposición, realizan el análisis de la situación, realizan cálculos necesarios y llegan al resultado, con imprecisiones.
- Se califica de Insuficiente: Si no identifican datos, o no realizan análisis de la situación, no realizan los cálculos y aplican el principio de superposición incorrectamente.

b) Representación vectorial de la resultante en un punto



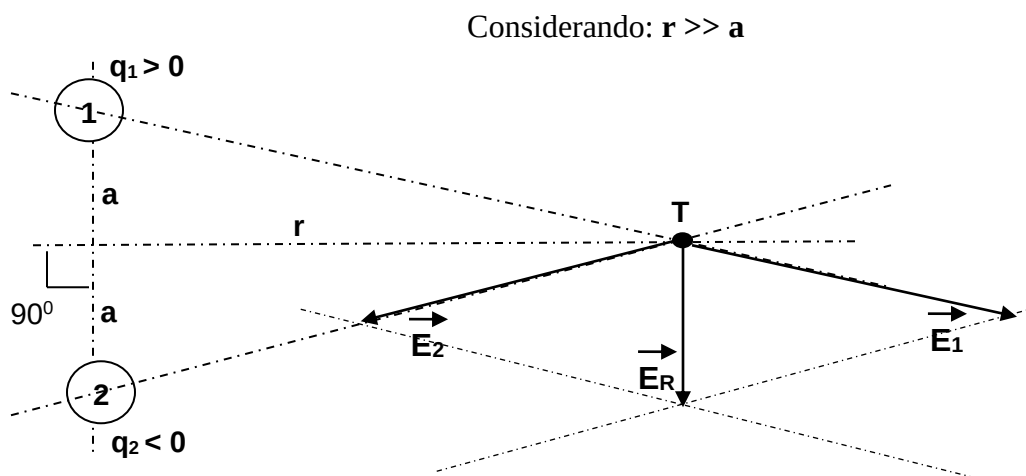
Normas:

- Se califica de Muy bien: Si realizan correctamente la representación de la resultante vectorial en el punto.
- Se califica de Bien: Si representa, con grado mínimo de imprecisión, la resultante vectorial en el punto.
- Se califica de Regular: Si representa, con imprecisiones, la resultante vectorial.
- Se califica de Insuficiente: Si no representa la resultante vectorial en el punto.

Actividad 4: Representación vectorial de intensidad de campo eléctrico en un dipolo eléctrico

a) Representación de intensidad de campo eléctrico de las cargas

b) Representación de intensidad de campo eléctrico resultante



Normas:

- Se califica de Muy bien: Si realizan correctamente la representación de los vectores de las cargas eléctricas y de su resultante en el punto.
- Se califica de Bien: Si representa, con grado mínimo de imprecisión, los vectores intensidad de campo eléctrico inherente a las cargas y su resultante en el punto.
- Se califica de Regular: Si representa, con imprecisiones, los vectores intensidad de campo eléctrico inherente a las cargas y su resultante en el punto.
- Se califica de Insuficiente: Si no representa los vectores solicitados.

Actividad 5: Representación vectorial de intensidad de campo eléctrico en un dipolo eléctrico

a) Valoraciones de representación vectorial de intensidad de campo eléctrico

- El vector intensidad de campo eléctrico en el punto 1: Representado en sentido contrario al que se manifiesta el campo eléctrico inherente al cuerpo A, o respuesta

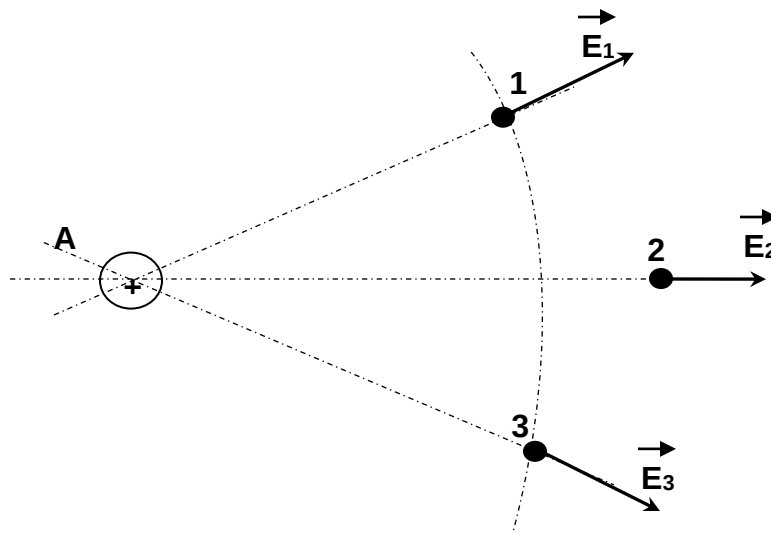
similar.

- El vector intensidad de campo eléctrico en el punto 2: Representado correctamente, o respuesta similar.
- El vector intensidad de campo eléctrico en el punto 3: Representado fuera de las líneas de fuerza del campo eléctrico inherente al cuerpo A, o respuesta similar.

Normas:

- Se califica de Muy bien: Si valoran y/o critican adecuadamente la representación de los vectores en los tres puntos señalados.
- Se califica de Bien: Si valoran y/o critican adecuadamente la representación de los vectores, al menos, en dos de los tres puntos señalados.
- Se califica de Regular: Si valoran y/o critican adecuadamente la representación de los vectores, al menos, en uno de los tres puntos señalados.
- Se califica de Insuficiente: Si no valoran y/o critican adecuadamente la representación de los vectores en los puntos señalados.

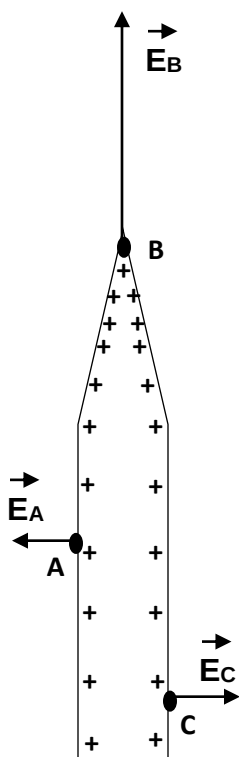
b) Representación vectorial de intensidad de campo eléctrico



Normas:

- Se califica de Muy bien: Si realizan correctamente la representación de los vectores intensidad del campo eléctrico en los tres puntos.
- Se califica de Bien: Si representa correctamente, al menos, dos de los vectores intensidad de campo eléctrico en los puntos.
- Se califica de Regular: Si representa correctamente, uno de los vectores intensidad de campo eléctrico en los puntos. (no se considera en el punto 2)
- Se califica de Insuficiente: Si no representa ninguno de los vectores.

Actividad 6: Representación vectorial y fundamentación de las respuestas



Para fundamentar deben referir que:

La intensidad de campo eléctrico en el punto B es mayor, pues la superficie de curvatura, en esa parte es muy grande (poder de las puntas).

En esto se basa la construcción de pararrayos (conectados a tierra; con carga negativa; o ausencia de cargas positivas), con terminaciones muy finas en sus puntas con el propósito de aumentar la intensidad de campo eléctrico en esa zona y se produzcan, en ese lugar, las descargas eléctricas.

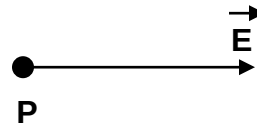
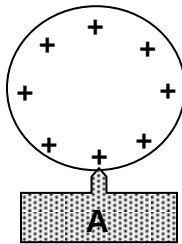
O respuestas similares.

Normas:

- Se califica de Muy bien: Si realiza la representación de los vectores intensidad del campo eléctrico en los tres puntos y fundamenta adecuadamente.
- Se califica de Bien: Si representa correctamente, al menos, dos de los vectores en los puntos (se incluye en el punto B) y fundamenta su respuesta.
- Se califica de Regular: Si representa correctamente, al menos el vector intensidad de campo eléctrico en el punto B.
- Se califica de Insuficiente: Si no representa ninguno de los vectores y no fundamenta.

Actividad 7: Identificación y representación vectorial de intensidad de campo eléctrico y**Fuerza eléctrica**

- a) Identificación y representación vectorial de intensidad de campo eléctrico



Fundamentar a partir de: La intensidad del campo eléctrico es la Fuerza por unidad de carga eléctrica que A ejerce sobre una carga de prueba (q_0) ($\mathbf{E} = \mathbf{F}/\mathbf{q}$) (o similar).

Normas:

- Se califica de Muy bien: Si identifica y representa correctamente el vector intensidad

del campo eléctrico en el punto P, además de fundamentar.

- Se califica de Bien: Si identifica y representa correctamente el vector intensidad del campo eléctrico en el punto P y no fundamenta su respuesta.
- Se califica de Regular: Si identifica y/o representa el vector intensidad del campo eléctrico en el punto P, con alguna imprecisión, aunque no fundamente su respuesta.
- Se califica de Insuficiente: Si no identifica ni representa correctamente el vector intensidad del campo eléctrico en el punto P y no fundamenta su respuesta.

b) Identificación y representación vectorial de Fuerza eléctrica



Fundamentar a partir de: Los cuerpos con cargas eléctricas iguales se repelen con fuerzas de igual magnitud y sentido opuesto (o similar).

Normas:

- Se califica de Muy bien: Si identifica y representa correctamente las fuerzas eléctricas que actúan sobre ambos cuerpos, además de fundamentar.
- Se califica de Bien: Si identifica y representa correctamente las fuerzas eléctricas que actúan sobre ambos cuerpos y no fundamenta su respuesta.
- Se califica de Regular: Si identifica y/o representa las fuerzas eléctricas que actúan

sobre ambos cuerpos, con alguna imprecisión, aunque no fundamente.

- Se califica de Insuficiente: Si no identifica ni representa las fuerzas eléctricas que actúan sobre ambos cuerpos y no fundamenta.

Anexo 6 - A

Tabla de resultados de las habilidades evaluadas en el cuestionario II

Evaluados:		30 estudiantes		Resultados					
Habilidades evaluadas		Mb	%	B	%	R	%	I	%
1:	Representar líneas de fuerza e intensidad de campo	19	63,3	8	26,7	3	10,0	0	0
2:	Aplicar principio de superposición (gráfica y analíticamente) en puntos colinales	11	36,7	15	50,0	3	10,0	1	3,3
3; a):	Cálculo del campo (principio de superposición) con cargas que forman ángulo resto	10	33,3	14	46,7	4	13,3	2	6,7
3; b):	Representación vectorial con escala y resultante del campo de cargas que forman ángulo resto	11	36,7	15	50,0	3	10,0	1	3,3
4:	Representar vectores del campo y su resultante en dipolo eléctrico	15	50,0	12	40,0	2	6,7	1	3,3
5:	Fundamentación física de representaciones vectoriales	12	40,0	16	53,3	2	6,7	0	0
6:	Fundamentación física de instrumentos de la técnica	9	30,0	19	63,3	2	6,7	0	0

7; a):	Identificación de vectores eléctricos en la técnica	11	36,7	16	53,3	2	6,7	1	3,3
7; b):	Fundamentación física de instrumentos de la técnica	13	43,3	15	50,0	2	6,7	0	0

Anexo 6 - B

Tabla de resumen de resultados de las habilidades diagnosticadas a través del cuestionario II

Diagnosticados:	30 estudiantes	Resultados							
		Mb	%	B	%	R	%	I	%
Habilidades diagnosticadas		19	63,3	8	26,7	3	10,0	0	0
I.-Identificación de magnitudes		14	46,7	14	46,7	1	3,3	1	3,3
II.-Representación vectorial		11	36,7	15	50,0	3	10,0	1	3,3
III.-Procedimientos matemáticos		12	40,0	15	50,0	3	10,0	0	0

Anexo 7 - A

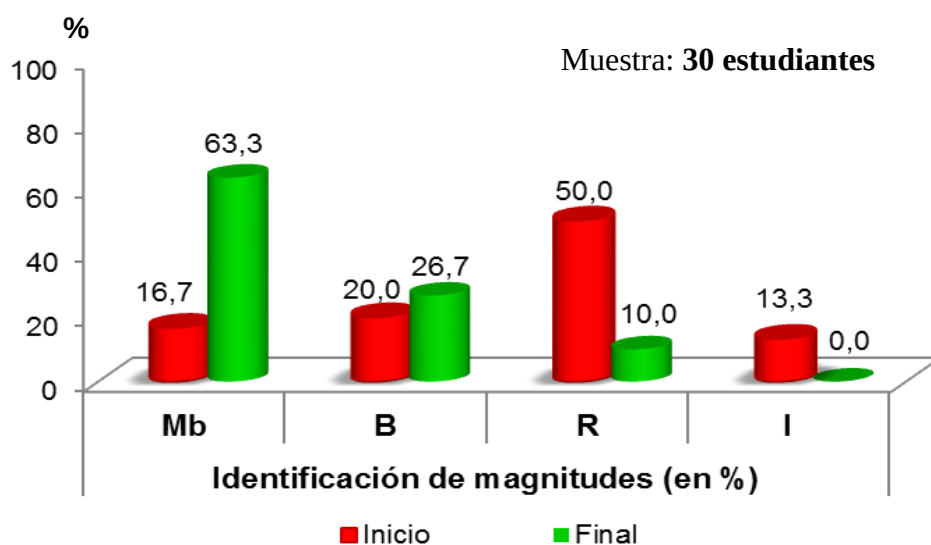
Tabla comparativa del resumen de resultados de las habilidades evaluadas en los cuestionarios I y II

Habilidades diagnosticadas		Mb	%	B	%	R	%	I	%
I.-Identificación de magnitudes	Inicio	5	16,7	6	20	15	50	4	13,3
	Final	19	63,3	8	26,7	3	10	0	0
II.-Representación vectorial	Inicio	3	10	8	26,7	9	30	10	33,3
	Final	14	46,7	14	46,7	1	3,3	1	3,3
III.-Procedimientos matemáticos	Inicio	3	10	11	36,7	10	33,3	6	20
	Final	11	36,7	15	50	3	10	1	3,3
IV.-Fundamentación física	Inicio	3	10	8	26,7	13	43,3	6	20
	Final	12	40	15	50	3	10	0	0

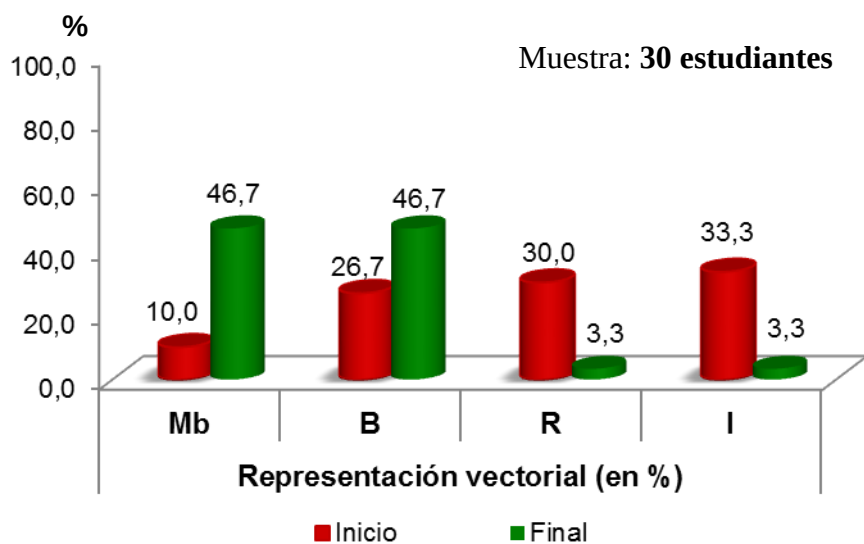
Anexo 7 - B

Gráficos comparativos del resumen de resultados de las habilidades evaluados en los cuestionarios I y II

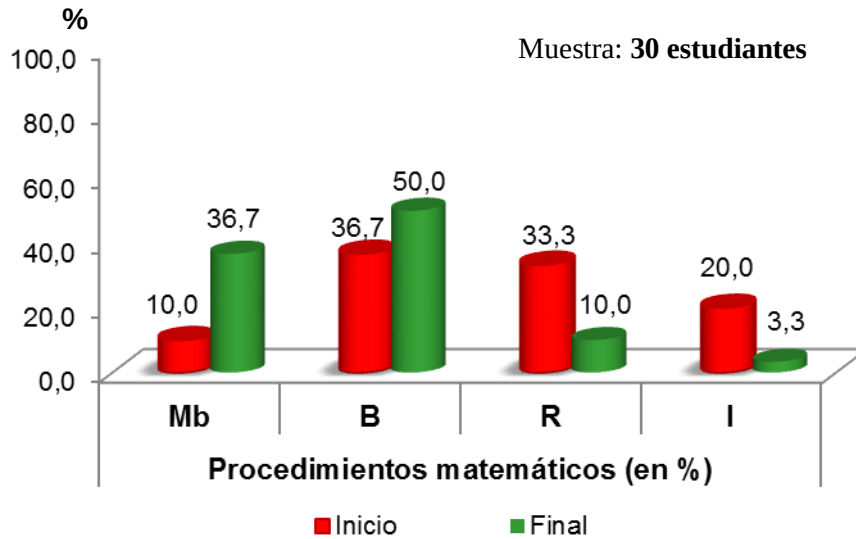
I.-Identificación de magnitudes físicas (en %)



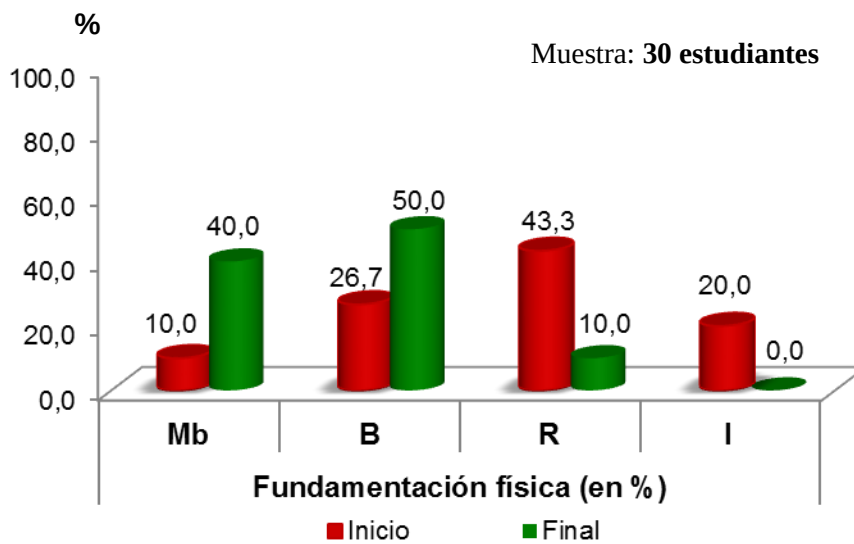
II.-Representación vectorial (en %)



III.-Procedimientos matemáticos y sus cálculos (en %)



IV.-Fundamentación física de procesos y fenómenos (en %)



Anexo 8

Imágenes de evidencias de la implementación de la alternativa metodológica para la sistematización de experiencias pedagógicas y resultados científicos, en la Universidad Santo Tomás seccional Tunja



A: La profesora en el laboratorio



B: La profesora en el laboratorio



C: La profesora en el laboratorio



D: La profesora en el laboratorio