

DISEÑO INSTRUCCIONAL BASADO EN COMPETENCIAS PARA LA ASIGNATURA TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA Y CONSTRUCCIÓN DE UN OBJETO DE APRENDIZAJE RELACIONADO CON LAS ACTIVIDADES DE LA TEMÁTICA FUNDAMENTOS BÁSICOS DE ELECTROMAGNETISMO.

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR LOS TÍTULOS DE
INGENIERO ELECTRÓNICO
INGENIERO ELECTRICISTA

AUTORES:

JULIÁN DAVID PUERTO LEGUIZAMÓN
OSCAR JULIÁN ARIZA TORRES

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA

2008

DISEÑO INSTRUCCIONAL BASADO EN COMPETENCIAS PARA LA ASIGNATURA TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA Y CONSTRUCCIÓN DE UN OBJETO DE APRENDIZAJE RELACIONADO CON LAS ACTIVIDADES DE LA TEMÁTICA FUNDAMENTOS BÁSICOS DE ELECTROMAGNETISMO.

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR LOS TÍTULOS DE
INGENIERO ELECTRÓNICO
INGENIERO ELECTRICISTA

AUTORES: JULIÁN DAVID PUERTO LEGUIZAMÓN
OSCAR JULIÁN ARIZA TORRES

DIRECTOR: Ing. JULIO CÉSAR CHACÓN VELASCO, MPE

CODIRECTORES: Dra. CLARA INÉS PEÑA DE CARRILLO
Directora Científica CENTIC

Ing. PAOLA CAROLINA ESPINOSA RODRÍGUEZ
Laboratorio de Investigación y Desarrollo CENTIC

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA

2008

AGRADECIMIENTOS

A Dios todo poderoso por brindarnos la oportunidad de llegar hasta esta instancia de nuestras vidas y concedernos la fortaleza y sabiduría necesaria para desarrollar este proyecto.

A nuestro director de proyecto Ing Julio César Chacón Velasco por sus incontables orientaciones y sus sabios consejos en los momentos más oportunos de este proceso.

A la Dra. Clara Inés Peña de Carrillo por su sabiduría y espíritu emprendedor que ha permitido llevar a cabo este y muchos más proyectos similares

Al Grupo de investigación y desarrollo del CENTIC, especialmente a la Ing. Paola Carolina Espinosa Rodríguez, a la psicopedagoga Kelly Johana Gómez Jiménez y al Ing. Edwin Humberto Gómez Jiménez quienes nos acompañaron constantemente durante todo el proceso de desarrollo del proyecto con sus sabios consejos y orientaciones.

A nuestras familias que nos han brindado su apoyo e incondicionalidad durante nuestro proceso de formación de vida universitaria.

A nuestros amigos y compañeros que de una u otra manera han colaborado y aportado su granito de arena para permitirnos llegar a este término tan importante en nuestras vidas.

DEDICATORIA

A Dios por estar siempre a mi lado dándome su bendición, su fortaleza y su protección. Por brindarme una familia espectacular.

A mis padres Gustavo Arturo Puerto y Teresa Leguizamón de Puerto por su incondicional apoyo, amor, confianza y paciencia para obtener gran logro en mi vida. Porque lo que soy se lo debo a ellos, a sus enseñanzas y formación. Además porque siempre han querido lo mejor para mi vida.

A mi hermano Gustavo por siempre creer en mí y estar siempre en cualquier momento para aconsejarme y darme su apoyo. Porque estoy muy orgulloso de tener a un hermano como él.

A Diana por ser la persona que en mi vida estuvo en los momentos felices dándome alegría y luz a mi vida y en los difíciles apoyándome siempre a salir adelante y no rendirme. A los buenos amigos y amigas que tuve la gran oportunidad de conocer y recibir de ellos su apoyo y sincera amistad.

Julían David

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso por concederme la salud, la sabiduría y la fortaleza de llegar a este punto de la vida tan importante para mí. Y también por regalarme la mejor familia del mundo.

Sin duda alguna este triunfo va dedicado a las personas que más amo en este mundo, que me han acompañado desde mis primeros pasos, a los seres que día a día se han convertido en la razón de ser de mi vida, a quienes me han dado su respaldo moral y económico para lograr este triunfo, ellos son: mi padre Apolinar Ariza Téllez, mi madre Rosa Inés Torres Torres y mi hermana Derly Shirley Ariza Torres. De todo corazón este triunfo es de ellos.

A mis amigos y demás familiares por compartir conmigo buenos y malos momentos, pero que de una u otra manera siempre han estado ahí.

Oscar Julián

CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCIÓN	1
1. ASPECTOS GENERALES	3
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2 OBJETIVOS.....	4
1.2.1 OBJETIVO GENERAL.....	4
1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	5
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	6
1.3.1 Viabilidad.....	7
1.3.2 Impacto.....	7
2. MARCO TEÓRICO.....	10
2.1 DISEÑO INSTRUCCIONAL.....	11
2.1.1 Formación Superior Basada en Competencias.....	12
2.1.2 Teorías de Aprendizaje.....	15
2.1.3 Estilos de aprendizaje: Modelo de Felder y Silverman.....	18
2.1.4 Estrategias de enseñanza aprendizaje.....	20
2.1.5 Aprendizaje significativo.....	22
2.1.6 Métodos e instrumentos de evaluación.....	22
2.1.7 Taxonomía de Bloom.....	23

2.1.8	Propuesta metodológica de diseño instruccional.....	24
2.2	DISEÑO DE MATERIALES.....	28
2.2.1	Objeto de Aprendizaje.....	28
2.2.2	Estándares de e-learning(aprendizaje electrónico bajo internet).....	28
2.2.3	Empaquetamiento en SCORM.....	29
2.3	TEMÁTICA RELACIONADA CON FUNDAMENTOS BÁSICOS DE ELECTROMAGNETISMO.....	30
2.3.1	LEY DE COULOMB (1736-1806).....	31
2.3.1.1	Intensidad de campo eléctrico.....	33
2.3.2	CAMPO ELÉCTRICO DEBIDO A DISTRIBUCIONES CONTINUAS DE CARGA.....	36
2.3.2.1	Campo eléctrico debido a una línea con distribución de carga uniforme.....	36
2.3.2.2	Campo eléctrico debido a una distribución de carga superficial uniforme.....	39
2.3.2.3	Campo eléctrico debido a una distribución de carga volumétrica uniforme.....	41
2.3.3	LEY DE GAUSS (1777-1855).....	44
2.3.3.1	Distribución de carga lineal infinita.....	47
2.3.3.2	Lámina infinita de carga.....	48
2.3.4	PRIMERA ECUACIÓN DE MAXWELL.....	49

2.3.5	POTENCIAL ELÉCTRICO.....	53
2.3.5.1	Potencial debido a cargas puntuales.....	55
3.	DISEÑO INSTRUCCIONAL PARA LA ASIGNATURA TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA.....	59
3.1	CONFORMACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO.....	60
3.2	DIAGRAMA SECUENCIAL DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE (DSA ²).....	61
3.2.1	Selección de contenidos temáticos generales.....	61
3.2.2	Identificación del objetivo de aprendizaje.....	62
3.2.3	Planteamiento de las actividades de aprendizaje.....	62
3.3	ESTRUCTURACION MODULAR.....	66
3.3.1	Módulos de formación.....	69
3.3.2	Unidades de formación.....	69
3.3.3	Actividades de formación.....	69
3.3.4	Propósitos.....	70
3.4	TABLA DE SABERES– HACERES.....	71
3.5	PLANEACION CURRICULAR.....	75
3.6	GUIA DE MEDIOS.....	77
4.	DISEÑO Y DESARROLLO DEL OBJETO DE APRENDIZAJE.....	79
4.1	Plataforma educativa institucional e-ESCEN@Rluis.....	80

4.2 METODOLGÍA DE DESARROLLO DEL OBJETO DE APRENDIZAJE.....	87
4.2.1 CONCEPTO Y CARACTERÍSTICAS DEL OBJETO DE APRENDIZAJE.....	88
4.2.2 NOMBRE DEL OBJETO DE APRENDIZAJE.....	89
4.2.3 OBJETIVOS DEL OBJETO DE APRENDIZAJE.....	89
4.2.4 CONTENIDO DEL OBJETO DE APRENDIZAJE.....	90
4.2.5 EMPAQUETAMIENTO DEL OBJETO DE APRENDIZAJE.....	110
4.2.5.1 Reload.....	111
4.2.5.2 Proceso de empaquetamiento.....	111
5. PORTAL WEB DEL PROFESOR JULIO CÉSAR CHACÓN VELASCO..	122
5.1 CURRICULUM.....	123
5.2 DOCENCIA.....	124
5.3 INVESTIGACIÓN.....	125
5.4 EXTENSIÓN.....	126
5.5 ADMINISTRACIÓN.....	127
5.6 ENLACES DE INTERÉS.....	128
5.7 NOTICIAS.....	129
CONCLUSIONES.....	130
RECOMENDACIONES.....	131
BIBLIOGRAFÍA.....	132
ANEXOS.....	134

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Dicotomías de los cuatro niveles de estilos de aprendizaje del modelo FLSM.....	18
Tabla 2. Estructuración metodológica del análisis funcional orientada a la aplicación en procesos de formación.....	27
Tabla 3. Inventario de ejercicios del gestor de evaluación para la asignatura Teoría Electromagnética.....	85
Tabla 4. Inventario de recursos didácticos del OA “campos electrostáticos en el vacío”.	92

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Esquema de etapas de Ingeniería Instruccional Adaptación hecha por el laboratorio I+D CENTIC UIS de las apreciaciones de [PAQUETTE. 2003].	10
Figura 2. Fuerza entre cargas (Ley de Coulomb)	31
Figura 3. Vectores intensidad de campo	35
Figura 4. Evaluación del campo E debido a una carga de línea	36
Figura 5. Evaluación del campo E debido a una lámina infinita de carga	39
Figura 6. Evaluación del campo E debido a una distribución volumétrica de carga	42
Figura 7. Líneas de flujo a través de una superficie	44
Figura 8. Ley de Gauss para carga puntual	46
Figura 9. Superficie gaussiana cilíndrica para línea infinita de carga	47
Figura 10. Superficie gaussiana para una carga superficial	48
Figura 11. Líneas de flujo divergiendo de una esfera con carga Q	49
Figura 12. Ilustración de la divergencia de un campo vectorial P; (a) divergencia positiva, (b) divergencia negativa, (c) divergencia cero	51
Figura 13. Líneas de campo y superficies equipotenciales para una carga Q	56
Figura 14. Etapas del diseño instruccional	60
Figura 15. Nomenclatura usada en el DSA ²	63
Figura 16. Ejemplificación de las relaciones de dependencia, causa-consecuencia, paralelismo y preconcepto	64
Figura 17. Relación de transversalidad	65
Figura 18. Fragmento del DSA2 de la asignatura Teoría electromagnética	66
Figura 19. Niveles de desagregación de la estructuración modular	67
Figura 20. Fragmento de la estructuración modular de la asignatura teoría electromagnética	68
Figura 21. Actividades y propósitos referentes a la unidad ley de Coulomb	70
Figura 22. Fragmento de la tabla de saberes-haceres de la asignatura Teoría Electromagnética	74

Figura 23. Parte de la planeación curricular para la asignatura Teoría Electromagnética	77
Figura 24. Parte de la guía de medios didácticos para la asignatura teoría electromagnética	78
Figura 25. Escritorio de trabajo del e-escen@ri.....	80
Figura 26. Plantilla de exploración de recursos didácticos	83
Figura 27. Ventana del gestor de evaluación.....	84
Figura 28. Clasificación de los ejercicios en el gestor de evaluación.....	85
Figura 29. Instancias del gestor de evaluación para la asignatura Teoría Electromagnética	86
Figura 30. Temática del objeto de aprendizaje	89
Figura 31. Plantilla Teoría Electromagnética	90
Figura 32. Contenidos del OA “campos electrostáticos en el vacío”	91
Figura 33. Núcleo de conocimiento para ley de Coulomb e intensidad de campo eléctrico	93
Figura 34. Núcleo de conocimiento para campos eléctricos debido a distribuciones continuas de carga.....	93
Figura 35. Núcleo de conocimiento para ley de Gauss.....	94
Figura 36. Núcleo de conocimiento para ecuación de Maxwell-Divergencia	94
Figura 37. Núcleo de conocimiento para potencial eléctrico.....	95
Figura 38. Video uno en el contenido ley de Coulomb e intensidad de campo eléctrico	96
Figura 39. Video dos en el contenido ley de Coulomb e intensidad de campo eléctrico	97
Figura 40. Video uno en el contenido ley de Gauss.....	98
Figura 41. Video uno en el contenido potencial eléctrico.....	99
Figura 42. Gráficas en el contenido ley de Coulomb e intensidad de campo eléctrico	101
Figura 43. Animación en el contenido ley de Coulomb e intensidad de campo eléctrico	101

Figura 44. Animaciones en el contenido campos eléctricos debido a distribuciones continuas de carga.....	102
Figura 45. Gráfica uno en el contenido ley de Gauss	103
Figura 46. Animación uno en el contenido ley de Gauss	103
Figura 47. Estado inicial de la animación.....	104
Figura 48. El estudiante selecciona la superficie gaussiana.....	105
Figura 49. Gráfica uno en el contenido ecuación de Maxwell-Divergencia.....	105
Figura 50. Animación en el contenido ecuación de Maxwell-Divergencia.....	106
Figura 51. Aplicativo para el contenido ley de Coulomb e intensidad de campo eléctrico	107
Figura 52. Parte de la tabla de saberes-haceres relacionado al contenido Ley de Coulomb e intensidad de campo eléctrico	109
Figura 53. DSA2 y actividades de aprendizaje que abarcan el OA “campos electrostáticos en el vacío” (cuadros en amarillo)	109
Figura 54. Créditos	110
Figura 55. Creación de un nuevo proyecto	111
Figura 56. Selección del OA.	112
Figura 57. Estructura creada por Reload después de haber seleccionado el OA113	
Figura 58. Creación de la carpeta metadatos	113
Figura 59. Selección de la opción para modificar los metadatos	114
Figura 60. Edición de metadatos – vista formulario completo.....	115
Figura 61. Incorporación de los recursos.....	116
Figura 62. Modificación del elemento referenciado por el ítem de organization	117
Figura 63. Guardando los cambios realizados.....	118
Figura 64. Accediendo a la opción de previsualizar	118
Figura 65. Visualización objeto empaquetado	119
Figura 66. Guardando.....	120
Figura 67. Comprimiendo	120
Figura 68. Fichero zip que contiene todo el paquete	121
Figura 69. Página de inicio del portal del profesor Julio César Chacón Velasco	122

- Figura 70. Enlace curriculum portal del profesor Julio César Chacón Velasco... 123
- Figura 71. Enlace docencia portal del profesor Julio César Chacón Velasco..... 124
- Figura 72. Enlace investigación portal del profesor Julio César Chacón Velasco125
- Figura 73. Enlace extensión portal del profesor Julio César Chacón Velasco 126
- Figura 74. Enlace administración portal del profesor Julio César Chacón Velasco127
- Figura 75. Enlaces de interés portal del profesor Julio César Chacón Velasco.. 128
- Figura 76. Enlaces de noticias del portal del profesor Julio César Chacón Velasco129

GLOSARIO

ANÁLISIS FUNCIONAL: El análisis funcional es una técnica experimental utilizada para identificar competencias laborales y estructurar las diferentes actividades que son necesarias para lograr propósitos establecidos.

APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO: El aprendizaje significativo es una estrategia de aprendizaje que adquiere un significado especial en comparación con otras durante el análisis de un proceso de enseñanza aprendizaje. El enfoque pedagógico hacia este aprendizaje apoya el desarrollo cognitivo de los estudiantes para aprender, transferir conocimientos o generar experiencias de aprendizaje, haciendo una interiorización de conocimientos, habilidades y destrezas, con la estimulación de técnicas que complementan y enriquecen el proceso de enseñanza- aprendizaje.

APRENDIZAJE COLABORATIVO: Es una estrategia de aprendizaje que establece una interdependencia positiva entre estudiantes y entre estudiantes- profesor, donde el aprendizaje sea constructivista y su fin común sea el avance en el conocimiento. Este tiene lugar a través de la interacción de un contexto social cara a cara (pero también red a red). En este tipo de aprendizaje cada miembro del grupo es responsable de su propio aprendizaje.

APRENDIZAJE INDIVIDUAL: Es una estrategia que desarrolla en los estudiantes sus funciones individuales de reflexión, análisis y comprensión de los contenidos a tratar. Incentiva en las personas la autonomía en la toma de decisiones tanto en el proceso de aprendizaje como en la vida profesional.

COGNOSCITIVISMO: Es una teoría que relaciona la comprensión y la adquisición de conocimiento con la percepción de objetos y la afinidad entre estos. Esta teoría resalta el valor de las vivencias y la relación del conocimiento con eventos reales,

estableciendo de esta manera una forma de aprendizaje diferente que se sale de las aulas de clase. Enfatiza mucho en lo que el estudiante sabe y la manera como adquiere el conocimiento.

COMPETENCIAS: Son las características de una persona asociadas con sus aplicaciones, aptitudes, destrezas y responsabilidades que describen el nivel o grado de suficiencia con que una persona es capaz de desempeñarlos. [1]

CONDUCTISMO: El conductismo hace referencia a comportamientos de la persona que pueden ser medibles y observables, éste considera que el ambiente en el que se mueve la persona es vital para el desarrollo de las actividades del mismo, por tanto es muy incidente en su comportamiento.

CONSTRUCTIVISMO: La teoría constructivista se basa en que cada persona crea su conocimiento a partir de sus propias experiencias. El conocimiento no es abstracto, está ligado al contexto en estudio y a las experiencias que el participante lleva al contexto, los constructivistas creen que la mente filtra lo que nos llega del mundo para producir su propia y única realidad. [2]

CURRICULUM: Asíciase con plan de estudios. Es el conjunto de estudios y prácticas destinadas a que el alumno desarrolle plenamente sus posibilidades.

DISEÑO INSTRUCCIONAL: Un diseño instruccional es un proceso articulado, donde se hace un estudio profundo de estrategias de enseñanza-aprendizaje que hacen más eficiente todo este proceso en el que están comprometidos docente y aprendices. Este procedimiento incluye el análisis de los participantes y cumple con una rigurosidad y unos objetivos que se plantean al inicio de éste. Al terminar el proceso debe certificarse el cumplimiento de las metas y objetivos propuestos con la obtención de materiales impactantes que hagan agradable y atractivo el

proceso enseñanza-aprendizaje a los beneficiarios y se cumpla el cometido formativo

ESTILOS DE APRENDIZAJE: El término 'estilo de aprendizaje' se refiere al hecho de que cuando se quiere aprender algo cada persona utiliza su propio método o conjunto de estrategias. Aunque las estrategias concretas que se utilizan varían según lo que se desea aprender, cada persona tiende a desarrollar unas preferencias globales. Esas preferencias o tendencias a utilizar unas determinadas maneras de aprender, constituyen un estilo de aprendizaje. [3]

METADATOS: Es información acerca de información o datos acerca de datos, que muestran la calidad de estos y otras características.

OBJETO DE APRENDIZAJE: Es una entidad digital basada en la aplicación de la metodología del análisis funcional para programas de formación por competencias (diseño Instruccional), que puede ser utilizado, reutilizado o referenciado durante el aprendizaje en línea con el objetivo de generar conocimientos, habilidades y actitudes en función de las necesidades del estudiante. [4]

E-LEARNING: Un estándar es un conjunto de reglas o normas que definen cómo debe realizarse un determinado servicio, cómo debe producirse un determinado producto o cómo debe realizarse un determinado proceso de modo que se garantice una cierta calidad y compatibilidad con otros productos o servicios. [5]

RELOAD: Editor del modelo de agregación de contenidos de SCORM y de metadatos de código abierto, destinado a compartir material de enseñanza aprendizaje.

SCORM: El Aprendizaje Distribuido Avanzado o ADL SCORM (Advanced Distributed Learning) es un programa del Departamento de Defensa de los Estados Unidos y de la Oficina de Ciencia y Tecnología de la Casa Blanca para desarrollar principios y guías de trabajo necesarias para el desarrollo y la implementación eficiente, efectiva y en gran escala, de formación educativa sobre nuevas tecnologías Web.

TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN: Las tecnologías de información y comunicación es informática conectada a internet. Son un conjunto de innovaciones tecnológicas y herramientas que procesan, almacenan, sintetizan, recuperan información de diferentes formas y permiten una redefinición radical del funcionamiento de la sociedad

SISTEMAS DE ADMINISTRACIÓN DE CONTENIDOS (LMS): Es un programa (software) instalado en un servidor, que sirve para administrar, distribuir y controlar las actividades de formación presencial o e-Learning de una organización.

RESUMEN

TITULO

DISEÑO INSTRUCCIONAL BASADO EN COMPETENCIAS PARA LA ASIGNATURA TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA Y CONSTRUCCIÓN DE UN OBJETO DE APRENDIZAJE RELACIONADO CON LAS ACTIVIDADES DE LA TEMÁTICA FUNDAMENTOS BÁSICOS DE ELECTROMAGNETISMO*

AUTORES†:

JULIÁN DAVID PUERTO LEGUIZAMÓN
OSCAR JULIÁN ARIZA TORRES

PALABRAS CLAVES: Análisis funcional, Diseño instruccional, Planeación curricular, Estructuración modular, Tabla de saberes, Diagrama secuencial de actividades de aprendizaje, Objetos de aprendizaje, Técnicas y Estrategias de enseñanza, Tecnologías de información y comunicación.

DESCRIPCIÓN

Este trabajo de grado está enmarcado dentro de un proyecto institucional llamado ProSPETIC, el cual da una propuesta metodológica para la creación de un diseño instruccional basado en competencias, y que en este caso es para la asignatura Teoría Electromagnética perteneciente al programa académico de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. El diseño instruccional aplica algunos principios metodológicos del análisis funcional a los procesos de formación bajo una visión de formación basada en competencias.

Producto del diseño instruccional se obtiene un objeto de aprendizaje que está relacionado con la temática “Fundamentos básicos de electromagnetismo”, este proyecto presenta el diseño y desarrollo de tal. El objeto de aprendizaje servirá como soporte al proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Teoría Electromagnética y se ubicará en la biblioteca digital de recursos didácticos de la UIS.

Además se ha organizado el portal web del profesor Julio César Chacón Velasco con la información personal, profesional y docente. Éste se desarrolla en pro del soporte pedagógico y del proceso de enseñanza aprendizaje a través de los servicios ofrecidos por éste. El portal en su página de inicio cuenta con una ventana que puede ser utilizada por los usuarios para enlazarse con la plataforma e-escen@ri y así acceder a herramientas como foros, chat, gestor de evaluación entre otros.

*Proyecto de grado

†Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Director: Ing. Julio César Chacón Velasco, MPE. Codirectores: Dra. Clara Inés Peña De Carrillo, Ing. Paola Carolina Espinosa Rodríguez.

ABSTRACT

TITLE*

INSTRUCTIONAL DESIGN BASED ON COMPETENCES FOR THE SUBJECT "TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA" AND THE CONSTRUCTION OF A LEARNING OBJECT RELATED TO THE ACTIVITIES OF THE BASIC FOUNDATIONS OF THE ELCTROMAGNETISM TOPIC.

DESIGNERS†:

JULIÁN DAVID PUERTO LEGUIZAMÓN
OSCAR JULIÁN ARIZA TORRES

KEY WORD: Functional analysis, instructional design, curricular planning, modular structuring, table of knowledge, sequential diagram of learning activities, learning objects, techniques and learning strategies, communication and information technologies.

DESCRIPTION

This project is covered in an institutional project called ProSPETIC which claims to give a methodological proposal for the creation of a competence-based instructional design, which, in this case, is intended to support the subject "Teoría Electromagnética" which belongs to the school of Electric, Electronic and Telecommunication Engineering. The instructional design applies some of the methodological principles of the functional analysis to the formation processes which are under a competence-based formation vision.

As a result of the instructional design, it can be obtained a learning object related to "basic foundations of the electromagnetism topic", this project introduces the design and development of such object. The learning object will work as a support to the teaching-learning process of the subject "Teoría Electromagnética" and will be roomed in the digital library of the didactical resources at UIS.

Also this project has created the web portal for Julio César Chacón Velasco who is teacher of Teoría Electromagnetica. This portal contains a personal profile from the teacher and his subject that he is working at moment. It is intending to support the formation process through the services give for it. The portal has window access to connect with the platform e-escen@ri, in this case, the user can use tools like chat rooms, fore, evaluation manager and others.

*Proyecto de grado

†Facultad de Ingenierías Fisicomecanicas. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Director: Ing. Julio César Chacón Velasco, MPE. Codirectores: Dra. Clara Inés Peña De Carrillo, Ing. Paola Carolina Espinosa Rodríguez.

INTRODUCCIÓN

Los actuales procesos de enseñanza aprendizaje en la educación están incorporando las tecnologías de información y comunicación en sus planes de formación académica, planes que a su vez están siendo reestructurados con modelos de formación basados en competencias, que generan destrezas y conocimientos en los estudiantes mediante el uso de técnicas y métodos que mejoran la calidad de la educación.

El desarrollo de competencias actualmente es un objetivo de la educación colombiana, en donde instituciones como el ICFES, evalúan las competencias de los estudiantes tanto de educación básica, media y superior por medio de sus exámenes. Por ello la Universidad industrial de Santander está reestructurando sus planes curriculares hacia un nuevo modelo pedagógico de formación por competencias que cumpla con la misión de la Universidad y con los perfiles profesionales de cada escuela.

El proyecto institucional de la UIS *“Proyecto Soporte al proceso educativo mediante Tecnologías de Información y Comunicación”* (ProSPETIC) tiene como objetivo realizar diseños instruccionales basados en competencias mediados por las TICs y la creación de objetos de aprendizaje que implementen el currículo de contenidos de las asignaturas. Así de esta forma apoyar el aprendizaje de los contenidos de clase permitiendo al estudiante el acceso rápido a la información cuando él lo disponga. Este trabajo es liderado por el Centro de Tecnologías de Información y Comunicación CENTIC, quienes orientan a los proyectistas en la metodológica del proyecto con el fin de cumplir con los lineamientos establecidos.

La Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones se integra al desarrollo de este proyecto por medio de su asignatura Teoría Electromagnética siguiendo las orientaciones del ProSPETIC para desarrollar su diseño, aplicando

las premisas del análisis funcional, los estilos de aprendizaje de Felder y Silverman y la Taxonomía de Bloom, así como también la creación de un objeto de aprendizaje relacionado con la temática fundamentos básicos de electromagnetismo.

Este trabajo se inicia con un marco teórico, después se muestra el desarrollo del diseño instruccional, seguidamente se explica el diseño y desarrollo del objeto de aprendizaje, posterior a éste se encuentra la realización del portal web del profesor y por último se plantean las conclusiones, recomendaciones y anexos.

1. ASPECTOS GENERALES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Por años se ha trabajado con base en modelos educativos los cuales se centran a un aprendizaje visto en las aulas de clase, pero no se incentivaba al estudiante a la utilización de nuevos recursos, quizás por la complejidad de accederlos. La aparición de nuevas tecnologías ha hecho que la información y el conocimiento como tal sean mucho más asequibles para todos. Es por esto que las tendencias actuales en la educación están siendo guiadas a un proceso de enseñanza en el cual se incluyen nuevas herramientas tecnológicas que permiten complementar el anterior sistema educativo, haciendo del aprendizaje algo didáctico a través del desarrollo de recursos que sirvan de soporte tanto para el estudiante como para el docente.

Formar por competencias implica “Ir más allá”, sobrepasar los paradigmas de aprendizaje convencional, ir hasta las funciones y los roles, facilitar que el individuo conozca los objetivos y lo que se espera de él. Desde el contexto académico, las competencias son “Complejas capacidades integradas en diversos grados que la institución debe formar en los individuos para que puedan desempeñarse como sujetos responsables en diferentes situaciones y contextos de la vida social y personal, sabiendo ver, hacer, actuar y disfrutar convenientemente evaluando alternativas, eligiendo las estrategias adecuadas y haciéndose cargo de las decisiones tomadas” [6]

En la formación basada en competencias se aprovechan las ventajas de las Tecnologías de Información y Comunicación, permitiendo crear un complemento educativo a los procesos de enseñanza aprendizaje, en donde los estudiantes serán los más beneficiados, haciendo de ellos personas capaces de aportar, reflexionar y comprender la evolución de las fuentes de conocimientos y tecnologías en general.

Las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), son aquellas herramientas computacionales e informáticas que se utilizan para la gestión y transformación de la información, por medio de programas para crear, almacenar, modificar y representar información de la más variada forma, donde el usuario pueda acceder a ésta en cualquier momento.

Por ello La Universidad Industrial de Santander está desarrollando el Proyecto Institucional para el Soporte al Proceso Educativo Mediante Tecnologías de Información y Comunicación (ProSPETIC) cuya política es “Integrar las Tecnologías de la Información y Comunicación en los procesos de aprendizaje centrados en el estudiante, mediante el desarrollo de modelos pedagógicos apropiados, con el fin de fortalecer la cultura del aprendizaje permanente, diversificar estrategias pedagógicas, implementar sistemas evaluativos eficaces e interactuar en la sociedad global de conocimiento”, el cual pretende organizar todos los contenidos de las asignaturas, buscando con esto una estructuración de los currículos. [4]

La Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones con el fin de promover el desarrollo de materiales multimedia para el soporte a la Enseñanza / Aprendizaje de sus asignaturas en este caso Teoría Electromagnética se vincula al desarrollo del proyecto ProSPETIC

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el diseño instruccional para la asignatura Teoría Electromagnética siguiendo la metodología de un modelo de formación basado en competencias mediado por Tecnologías de Información y Comunicación, que permita el aprendizaje significativo y personalizado (considerando estilos de aprendizaje) del contenido temático de la asignatura y construir un objeto de aprendizaje acorde

con los estándares de e-learning que implementen el desarrollo de los contenidos relacionados con la temática Fundamentos básicos de electromagnetismo.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar la estructuración modular de la asignatura teoría electromagnética que permita el reconocimiento de áreas de conocimiento, su agrupación en módulos de formación y se planteen las actividades necesarias para cumplir con los propósitos que enmarcan las metas que quiere el docente con sus estudiantes.
- Realizar un diagrama secuencial de actividades de aprendizaje que muestre la distribución y secuencialidad de la asignatura teoría electromagnética enmarcado en actividades de aprendizaje que den cumplimiento al objetivo general de la asignatura.
- Realizar una tabla de saberes y haceres para la asignatura teoría electromagnética que muestre las competencias a desarrollar en los estudiantes.
- Realizar la planeación curricular que muestre los propósitos, estrategias, métodos y evidencias de aprendizaje, técnicas e instrumentos de evaluación y una guía para el desarrollo de los materiales didácticos.
- Diseñar y desarrollar un Objeto de Aprendizaje producto del diseño instruccional que esté relacionado con la temática Fundamentos básicos de electromagnetismo del contenido de la asignatura Teoría Electromagnética que sirva de apoyo del proceso de enseñanza del docente.

- Disponer el objeto de aprendizaje en la biblioteca digital de recursos didácticos de la UIS para su inmediata exploración como material de soporte en la enseñanza/aprendizaje de la asignatura Teoría Electromagnética.
- Organizar el portal web del profesor en lo referente a la asignatura Teoría Electromagnética, con la documentación estática que actualmente soporta el proceso de enseñanza / aprendizaje.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Gracias al desarrollo tecnológico en la actualidad se han creado nuevas modalidades educativas las cuales dan lugar a diversas situaciones de enseñanza y aprendizaje.

La Universidad Industrial de Santander no es ajena a esta necesidad, por el contrario está buscando nuevas metodologías y herramientas de trabajo en línea que permitan al estudiante un aprendizaje más amplio teniendo acceso a éste cuando él lo disponga. De esta manera mejorar el aprendizaje y desarrollar una relación más práctica entre profesor-estudiante, logrando que el estudiante sea partícipe en la construcción y evolución de su conocimiento.

El ProSPETIC busca dar apoyo en línea al proceso de enseñanza aprendizaje de las asignaturas ofrecidas por los diferentes programas académicos. Es por ello que el objetivo de este proyecto es desarrollar un diseño instruccional para la asignatura Teoría Electromagnética perteneciente al programa académico de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones siguiendo la metodología de un modelo de formación basado en competencias mediado por Tecnologías de Información y Comunicación, y la construcción de un objeto de aprendizaje.

Esta propuesta permite un proceso de enseñanza aprendizaje donde el estudiante no se afecte por limitaciones de espacio y tiempo en el proceso de formación, desarrollando un proceso propio de aprendizaje que se adapte a las necesidades y ritmo de trabajo de los aprendices. En cuanto al proceso de comunicación profesor-alumno es posible asegurar la transmisión de la información, permitiendo un sistema de comunicación a partir de una aplicación óptima de diferentes herramientas.

1.3.1 Viabilidad

La Universidad Industrial de Santander dentro de sus planes organizacionales y a través del proyecto ProSPETIC ha creado la infraestructura física, metodológica y tecnológica necesaria para el desarrollo de proyectos como éste.

La Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, con la realización de este tipo de proyectos direcciona su modelo de educación a un sistema competitivo que se encuentre al nivel de los sistemas educativos más actuales.

La utilización de una plataforma educativa (e-escenari) interoperable que brinde recursos educativos amplios y ricos en contenido sitúa a la universidad en un importante estatus académico, el cual se verá reflejado en la calidad de formación de profesionales.

1.3.2 Impacto

Actualmente los avances tecnológicos crean un entorno de vida más sofisticado que permite una interacción informativa y la asimilación de diversos contenidos. Es por esto que la educación no debe estar al margen de todos estos desarrollos si no por el contrario ir a la vanguardia con ellos. El soporte educativo por internet es uno de los temas actuales tanto en colegios como en universidades, donde la

incursión de las tecnologías de información y comunicación (TIC's), son elementos que gestionan el proceso de enseñanza aprendizaje.

Las TIC's son herramientas tecnológicas que procesan, almacenan, recuperan y presentan información de diversas formas, con ellas se crea en los estudiantes una cultura de compromiso de autoaprendizaje en línea, incentivando a un cambio en los paradigmas tradicionales de educación. Estas tecnologías ofrecen a los usuarios la posibilidad de realizar varias cosas a la vez e incluso centrarse no sólo en una, si no que por el contrario les permiten a los individuos enfocarse en múltiples aspectos en los que descubren nuevas competencias.

La universidad industrial de Santander por medio del ProSPETIC pretende respaldar y complementar el estilo educativo que se ha venido llevando hasta ahora, brindándole al estudiante una serie de estrategias y recursos académicos diseñados para todas las formas de aprendizaje, resaltando en los estudiantes la importancia del aprendizaje en la web. Este proyecto pretende incursionar en el proceso de enseñanza aprendizaje de todas las asignaturas programas en la Universidad. Cabe resaltar que con el proyecto lo que se busca no es reemplazar el papel del docente ni los espacios de clases presenciales, al contrario lo que se busca es crear un complemento educativo, en donde las TIC's ofrecen una serie de recursos que pueden ser asequibles desde cualquier parte del mundo por medio de la plataforma e-escenari.

En el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura teoría electromagnética la incidencia de las tecnologías de información por medio de la plataforma e-escenari, brinda al estudiante la posibilidad de acceder a información pertinente a la asignatura, a recursos de aprendizaje e interactuar con compañeros y con el profesor entre otras ventajas. De tal manera que el estudiante desarrolle una cultura de auto aprendizaje, que no va a estar sujeta a los espacios convencionales, si no que por el contrario permite utilizar diferentes espacios e interactuar con la plataforma en cualquier instante.

La aplicación de este proyecto en el sistema educativo de la Universidad Industrial de Santander con seguridad ofertará al mercado laboral profesionales innovadores y capaces de desarrollar ideas y proyectos relevantes a la sociedad, con el soporte académico suficiente para la utilización y adaptación de recursos que estén a la vanguardia con nuevas tecnologías.

2. MARCO TEÓRICO

El desarrollo de la plataforma educativa e-escen@ri hecha por el Laboratorio de Investigación y Desarrollo del CENTIC tuvo en cuenta las premisas de la “ingeniería instruccional” las cuales están comprendidas por los modelos de conocimiento, el diseño instruccional, y la generación de materiales y recursos que apoyan los procesos educativos en línea [PAQUETTE. 2003], como se muestra en la figura 1.

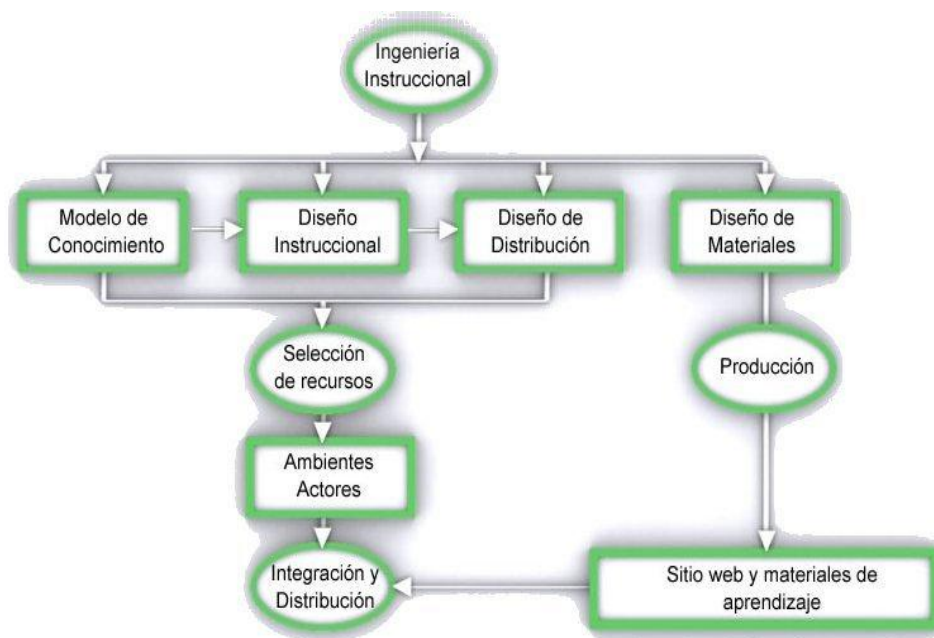


Figura 1. Esquema de etapas de ingeniería instruccional, adaptación hecha por el laboratorio I+D CENTIC UIS de las apreciaciones de [PAQUETTE. 2003].

Fuente: Guía para la construcción de Diseños Instruccionales ProSPETIC

En el esquema de la ingeniería instruccional se contemplan las siguientes etapas:

- **Modelo de conocimiento:** Un modelo de conocimiento es desarrollado por cada estudiante de acuerdo a la forma como aprende, como base para

estos modelos se tienen en cuenta los estilos de aprendizaje de Felder y Silverman, que dan soporte a la creación del objeto de aprendizaje (OA) el cual contiene materiales acordes a las diferentes formas de aprendizaje

- **Diseño instruccional:** Es un completo análisis a manera de proceso que basado en las teorías de aprendizaje se ocupa de los esfuerzos de diseño y desarrollo de programas de aprendizaje y busca crear materiales necesarios para lograr niveles de aprendizaje superiores en los diferentes tipos de estudiantes.
- **Diseño de distribución:** El diseño de distribución hace referencia a las formas de distribuir los materiales en el producto final (OA), de tal manera que estos incentiven al estudiante y hagan del aprendizaje un evento tanto enriquecedor como entretenido, que permita crear un ambiente ameno entre el aprendiz y el OA
- **Diseño de materiales:** Desarrollo de los materiales multimedia necesarios para el proceso de enseñanza aprendizaje definido en el diseño instruccional.

2.1 DISEÑO INSTRUCCIONAL

El desarrollo de un diseño instruccional parte de revisar y comprender las diferentes teorías, estrategias y metodologías que den soporte a la creación del mismo. El diseño instruccional está orientado a apoyar el proceso de formación realizando la gestión de conocimiento mediada por las TIC`s y brindando los estándares de calidad académica exigidos por la Universidad

El trabajo es desarrollado con fundamentos en algunos estándares de la metodología del análisis funcional aplicado a la construcción del diseño instruccional bajo la visión de competencias.

El análisis funcional es una técnica experimental utilizada para identificar competencias laborales y estructurar las diferentes actividades que son necesarias para lograr propósitos establecidos. Algunos de estos acoples del análisis funcional que se aplican en cada una de las etapas del diseño son: partir siempre de lo general a lo particular, emplear la estructura gramatical uniforme de verbo+ objeto+ condición, además el desglose de todo el diseño se basa en la relación causa consecuencia. [7]

2.1.1 Formación superior basada en competencias.

La formación basada en competencias es quizás hoy en día uno de los pilares en los desarrollos educativos que busca aumentar los conocimientos sobre la forma de tratar una situación de aprendizaje. Según Sladogna “las competencias son capacidades complejas que poseen distintos grados de integración y se manifiestan en una gran variedad de situaciones en los diversos ámbitos de la vida humana personal y social. Son expresiones de los diferentes grados de desarrollo personal y de participación activa en los procesos sociales”. [8]

La educación superior basada en competencias considera al estudiante como organismo activo, que sabe y puede interactuar con las fuentes de información a partir de sus capacidades, para que reflexione y actúe sobre situaciones imprevistas o disfuncionales las cuales pueden presentarse tanto en ambientes educativos como en ámbitos generales de la vida.

Asociado a todo lo que abarca el termino competencia en el aprendizaje, en la metodología se puede hablar de tres tipos generales que son las laborales (teóricas o, conceptuales y prácticas o procedimentales), las académicas

(argumentativas, propositivas, interpretativas) y las transversales. Aunque puedan adquirir significados diferentes todas conservan un sentido en común: desarrollo de posibilidades de desempeño en los sujetos.

- **Teóricas o conceptuales:** Desde el punto de vista pedagógico se entiende por competencia a los procesos que recurre un estudiante para realizar una actividad o cumplir un propósito dentro del contexto académico, personal, laboral, etc. Las competencias teóricas hacen referencia al conocimiento científico relacionado con el objeto de la competencia técnica, es decir el propósito de una capacitación, lo que implica la adquisición del conocimiento teórico en forma profunda de algo en específico. Las competencias teóricas atienden el manejo de los enfoques de las disciplinas y al conocimiento de los modelos y teorías que forman su cuerpo teórico.
- **Prácticas o procedimentales:** Se refieren a la ejecución de procedimientos que engloban los distintos tipos de estrategias, técnicas, habilidades y destrezas dirigidas hacia la consecución de una meta determinada, las competencias procedimentales tienen que ver con el saber hacer.
- **Argumentativas:** Estas competencias implican dar razón a una afirmación que se expresa en el por qué de una proposición, articulan conceptos, teorías, y sujetan conclusiones propuestas. Dichas competencias aparecen cuando el estudiante argumenta sólidamente los conocimientos adquiridos.
- **Propositivas:** La competencias propositivas llevan a la generalización de la información en la cual se requiere una activación de los procesos cognitivos con los cuales se llega a formular un juicio que plantea alternativas de solución o hipótesis a problemas planteados⁵.

⁵http://www.elcomercio.com/nv_images/secciones/educacion/jornadas/jornada3/competencias.pdf

- **Interpretativas:** Las competencias interpretativas apuntan a la pregunta por el QUÉ y por el CÓMO se manifiestan los fenómenos a estudiar. Encierra el problema de la descripción y la definición y supone el manejo de los conceptos para dar cuenta de los elementos básicos.⁶
- **Transversales:** Podríamos decir que las Competencias Transversales engloban un conjunto de conocimientos fundamentales, mayoritaria pero no únicamente curriculares y su funcionalidad es decir, la aplicabilidad de los mismos a situaciones reales de la vida cotidiana. Las competencias transversales son la recopilación de un grupo de destrezas, conocimientos y actitudes acopladas a los diferentes contextos. Estas competencias son las que todas las personas precisan para su desarrollo personal, así como para ser ciudadanos activos e integrados en la sociedad⁷.

Cuando se aplica la evaluación por competencias, se eligen los contextos en los cuales adquiere significación el desempeño de la persona que se está formando. En cada contexto se pueden evaluar diferentes aspectos: Social, cultural, cognitivo, ético, estético, físico. Desde situaciones concretas, en contextos definidos se evalúan saberes, habilidades, valores, actitudes y motivación. Cada disciplina o saber maneja un contexto, esto es, una lógica y una dinámica desde donde se explica un determinado aspecto de la realidad. Esto hace que se hable de contextos disciplinares donde se construyen sus propios saberes.

“La Universidad Industrial de Santander ha puesto en marcha el Proyecto Soporte al Proceso Educativo mediante Tecnologías de Información y Comunicación (ProSPETIC) , que tiene como finalidad fortalecer las experiencias de educación en línea existentes, llevar la oferta de formación a nuevos ámbitos geográficos, flexibilizar los procesos de enseñanza y aprendizaje, promocionar la innovación

⁶http://menweb.mineducacion.gov.co:8080/saber/Marco_interpretacion_resultados_2005.pdf

⁷ <http://acosoescolar.wordpress.com/2007/10/07/%C2%BFque-son-las-competencias-basicas/>

educativa y agregar valor a los procesos de investigación, transferencia tecnológica y gestión e integración de la universidad con la sociedad.”⁸

A través del ProSPETIC se han realizado trabajos de grado basados en el desarrollo de diseños instruccionales bajo una formación basada en competencias con el fin de brindar soporte al proceso de enseñanza-aprendizaje y crear objetos de aprendizaje que gestionen el conocimiento por medio de las TIC's y de esta forma poder generar conocimientos, habilidades y actitudes en función de las necesidades del alumno.

2.1.2 Teorías de aprendizaje

El diseño instruccional se basa en la identificación de cuales métodos son los más indicados en el proceso de instrucción y en determinar en qué situaciones deben ser usados, por ello es importante comprender los procesos de conocimiento. Existen diversas teorías que nos ayudan a comprender, predecir y controlar el comportamiento humano, a continuación se presenta una breve explicación de estas teorías.

- **Conductismo**

El conductismo hace referencia a comportamientos de la persona que pueden ser medibles y observables, éste considera que el ambiente en el que se mueve la persona es vital para el desarrollo de las actividades del mismo, por tanto es muy incidente en su comportamiento.

Dentro del conductismo aparecen diferentes conceptos que estudiados por los conductistas han sido de gran relevancia para mejorar los resultados en las actividades de las personas, términos tales como: estímulo, respuesta, aprendizaje. Tales conceptos fueron tratados al observarse que el cuerpo humano y la persona como tal responden mejor ante los estímulos, y esto puede ser absolutamente observable y además medible, es por esto que las teorías

⁸ <http://gavilan.uis.edu.co/~clarenes/centic/ResumenEjecutivoProSPETICCSAbril20.pdf>

conductistas se centran más en el condicionamiento de la persona desde todo punto de vista.

Aunque tanto el estudiante como los factores ambientales son considerados como importantes por los conductistas, son las condiciones ambientales las que reciben el mayor énfasis. Los conductistas evalúan los estudiantes para determinar en qué punto comenzar la instrucción, así como para determinar cuáles refuerzos son más efectivos para un estudiante en particular. El factor más crítico, sin embargo, es el ordenamiento del estímulo y sus consecuencias dentro del medio ambiente.

- **Constructivismo**⁹

La teoría constructivista se basa en que cada persona crea su conocimiento a partir de sus propias experiencias. El conocimiento no es abstracto, está ligado al contexto en estudio y a las experiencias que el participante lleva al contexto, los constructivistas creen que la mente filtra lo que nos llega del mundo para producir su propia y única realidad.

El constructivismo ve el aprendizaje como un proceso en el cual el estudiante construye activamente nuevas ideas o conceptos basados en conocimientos presentes y pasados.

El constructivismo es comparado con el cognitivism ya que en ambas teorías hacen referencia del aprendizaje como una actividad mental y que la conducta esta situacionalmente determinada.

⁹ <http://www.slideshare.net/marcypezo/teorias-del-aprendizaje-312926>

- **Cognoscitivismo**¹⁰

Esta es una teoría bastante práctica, la cual relaciona la comprensión y la adquisición de conocimiento con la percepción de objetos y la afinidad entre estos. Esta teoría resalta el valor de las vivencias y la relación del conocimiento con eventos reales, estableciendo de esta manera, una forma de aprendizaje diferente que se sale de las aulas de clase, por lo que a su vez se considera efectiva para áreas del conocimiento que tengan actividades prácticas relacionadas, ya que en las que son netamente teóricas, no se considera muy suficiente. Dicha teoría enfatiza mucho en lo que el estudiante sabe y la manera como adquiere el conocimiento, centra su atención en las condiciones ambientales y en general todo lo que rodea al estudiante. Es una teoría bastante propicia para el aprendizaje por objetos de aprendizaje, ya que allí se maneja gran variedad de recursos, con los cuales el estudiante puede interactuar y que además se han diseñado basados en estilos de aprendizaje que optimizan el proceso.

Entre los supuestos o principios específicos cognocitivistas directamente pertinentes al diseño de instrucción se incluyen los siguientes:

- Énfasis en la participación activa del estudiante en el proceso de aprendizaje (autocontrol, entrenamiento metacognitivo, monitoreo y revisión).
- Uso de análisis jerárquico para identificar e ilustrar relaciones de prerrequisito (procedimientos de análisis de tareas cognitivas).
- Énfasis en la estructuración, organización y secuencia de la información para facilitar su óptimo procesamiento (uso de estrategias cognitivas tales

¹⁰http://www.aprendiendoenlinea.com/lecturas/CONDUCTISMO_%20COGNITIVISMO_%20CONSTRUCTIVISMO.doc

como esquematización, resumen, síntesis, y organizadores avanzados, etc.).

- Creación de ambientes de aprendizaje que permitan y estimulen a los estudiantes a hacer conexiones con material previamente aprendido (evocación de prerrequisitos, uso de ejemplos pertinentes, analogías).

2.1.3 Estilos de aprendizaje: Modelo de Felder y Silverman

La teoría cognoscitiva en la educación supone que existen diferentes formas de cómo el estudiante crea su conocimiento según su estilo de aprendizaje, existe una diversidad de clasificaciones de los modelos de *estilos de aprendizaje*, entre los cuales están: Chevrier Jacques (2001) , Garza, R. y Leventhal S. (2000), JenssenEric. (1994), Chavero Blanco (2002), Cazau Pablo (2001), etc.

“La utilización de los estilos de aprendizaje del modelo Felder y Silverman en el desarrollo de este proyecto, tiene que ver con la gran utilidad de estos en el aprendizaje basado en multimedia a través de la web, aplicados a las áreas de ingeniería y ciencia de computadores. Además porque se ha podido comprobar el fortalecimiento del aprendizaje en los estudiantes utilizando materiales orientados a sus preferencias subjetivas” [9]. Este modelo presenta cuatro niveles de estilos de aprendizaje que se resumen en la siguiente tabla.

DICOTOMÍA	
Activo	Reflexivo
Sensitivo	Intuitivo
Visual	Verbal
Secuencial	Global

Tabla 1. Dicotomías de los cuatro niveles de estilos de aprendizaje del modelo FSLSM.

Los estudiantes prefieren recoger y procesar información de diferentes formas: observando y escuchando, reflexionando e interpretando, razonando lógicamente e intuitivamente, analizando y visualizando constantemente.

Los estudiantes **activos** tienden a retener y comprender la información haciendo algo activo con ella, discutiéndola, aplicándola o explicándola a otros, a ellos les gusta trabajar en grupo en cambio los estudiantes **reflexivos** prefieren primero pensar tranquilamente llevándolos a la introspección.

Cada quien es activo algunas veces y reflexivo otras veces, la preferencia por una categoría o por otra puede ser grande, moderada o poca. Lo deseable es tener un balance entre las dos. Si alguien siempre actúa antes de reflexionar puede concluir cosas prematuramente y adentrarse en un problema, mientras que si otra persona gasta mucho tiempo pensando podría nunca resolver el problema.

Estudiantes **sensitivos** aprenden con base en hechos, casi siempre resuelven problemas con métodos bien establecidos y les disgusta las complicaciones y las sorpresas, son pacientes con detalles, buenos memorizando sucesos y haciendo trabajos prácticos, cuidadosos y no les gustan las conferencias en donde no haya una clara conexión con el mundo real. En el caso de estudiantes **intuitivos** les gusta descubrir y establecer relaciones, son innovadores, son codiciosos a la hora de aprender nuevos conceptos, su forma de trabajo es rápida y les disgustan cursos en los que tienen que memorizar y seguir cálculos rutinarios.

Para ser efectivo como estudiante o como solucionador de problemas, la persona debe estar dispuesta a trabajar de ambas formas. Si la persona solo enfatiza en la intuición, puede perder detalles importantes y ser descuidado en trabajos prácticos. Si la persona enfatiza demasiado en lo sensitivo, dependería mucho de la memoria y de métodos tradicionales y no se concentraría suficiente para aprender cosas innovadoras.

Los estudiantes **visuales** recuerdan mejor cuando ellos ven dibujos, diagramas, líneas de tiempo, películas y demostraciones. Los estudiantes **verbales** sacan mejor provecho de las palabras en explicaciones escritas y habladas. La mayoría aprendemos comúnmente cuando la información es presentada de ambas formas visual y verbal por ello los buenos aprendices son aquellos que son capaces de procesar la información tanto verbal como visual.

Estudiantes **secuenciales** son aquellos que tienden a ganar comprensión a través de pasos secuenciales y lógicos, también siguen caminos lógicos y graduales para encontrar soluciones. Estudiantes **globales** son aquellos quienes aprenden a grandes saltos, absorbiendo material casi de manera aleatoria, por esto ellos son capaces de resolver problemas complejos de manera rápida.

2.1.4 Estrategias de enseñanza aprendizaje

Un compromiso serio con el proceso de enseñanza – aprendizaje, conlleva a un análisis detallado del currículo que permita proponer las estrategias y métodos más óptimos durante todo el proceso, con el fin de obtener resultados más eficientes. Dicho estudio debe estar comprendido en el diseño instruccional, en él se establecen unas estrategias de aprendizaje. Estas estrategias son planteadas con la orientación y experiencia del docente para lograr que el estudiante concrete las capacidades propuestas en los objetivos de aprendizaje, considerando una serie de propósitos para los cuales se definen y se van a emplear. Asociado a ellas se consideran diversos factores que son relevantes en el aprendizaje por competencias de las personas, como por ejemplo estilos de aprendizaje, escenarios, métodos e instrumentos entre otros.

A continuación se enuncian algunas de las estrategias más utilizadas:

- **Aprendizaje individual**

Es una estrategia que desarrolla en los estudiantes sus funciones individuales de reflexión, análisis y comprensión de los contenidos a tratar. Incentiva en las personas la autonomía en la toma de decisiones tanto en el proceso de aprendizaje como en la vida profesional. Hace del estudiante una persona recursiva capaz de aprender a usar procesos que le permitan olvidar información inútil y abrirse a nuevos conocimientos.

- **Aprendizaje interactivo**

Esta estrategia incentiva la interacción entre profesor-estudiante y estudiante-estudiante, en ambientes donde se pueda hacer una realimentación de conocimiento que mejore el proceso de enseñanza-aprendizaje. Utilizado en la web despierta el interés, motiva y facilita el desarrollo de las capacidades de lecto-escritura, además crea un ambiente de socialización con herramientas a la vanguardia con la tecnología. Como por ejemplo los objetos de aprendizaje, con los cuales de forma interactiva el estudiante se va creando su propio proceso de aprendizaje de acuerdo a sus estilos de aprendizaje.

- **Aprendizaje colaborativo**

El aprendizaje colaborativo como estrategia de enseñanza aprendizaje está enfocado a establecer una interdependencia positiva entre estudiantes y entre estudiantes-profesor donde el aprendizaje sea constructivista y su fin común sea el avance en el conocimiento. Éste tiene lugar a través de la interacción de un contexto social cara a cara. En esta estrategia cada miembro del grupo es responsable de su propio aprendizaje.

- **Aprendizaje basado en problemas**

Esta estrategia de aprendizaje es importante para el desarrollo de habilidades y destrezas en el planteo de soluciones de problemas. Crea en el estudiante la autonomía para escoger las herramientas, recursos y el aprendizaje que considera necesario a la hora de estar enfrentado a problemas. Este aprendizaje acarrea el desarrollo de habilidades, actitudes y valores benéficos para el desarrollo personal y profesional del alumno.

2.1.5 Aprendizaje significativo

La suma de todos los anteriores tipos de aprendizaje dan como resultado el aprendizaje significativo, que adquiere un significado especial durante el análisis de un proceso de enseñanza aprendizaje, dando el enfoque pedagógico requerido en el diseño instruccional. Este aprendizaje apoya el desarrollo cognitivo de los estudiantes para aprender, transferir conocimientos o generar experiencias de aprendizaje, haciendo una interiorización de conocimientos, habilidades y destrezas, con la estimulación de técnicas que complementan y enriquecen el proceso de enseñanza- aprendizaje. El aprendizaje significativo considera lo que el estudiante ya sabe de tal manera que establezca una relación con lo que debe aprender.

2.1.6 Métodos e instrumentos de evaluación

Los métodos o técnicas de evaluación son actividades específicas que propone el docente, acordes al currículo para comprobar que tan óptimo fue el proceso de enseñanza-aprendizaje. Dichas técnicas se plantean con el fin de cumplir con las estrategias de enseñanza aprendizaje propuestas. Estas actividades se pueden desarrollar tanto en el salón de clase con la presencia del docente como en sitios donde no se cuente con la presencia de él (bibliotecas, aulas virtuales, centros de

estudios entre otros). Como todo en lo referente al aprendizaje basado en competencias la efectividad de dichas técnicas debe ser evidenciable, para ello se aplican instrumentos de evaluación.

Asociado a los métodos o técnicas de evaluación están los instrumentos de evaluación que son también fuente de aprendizaje, no sólo técnicas aplicadas. Sirven como diagnóstico de lo aprendido y además permiten evidenciar los resultados del proceso de enseñanza-aprendizaje. Dichos instrumentos deben ser aplicados teniendo en cuenta los diferentes estilos de aprendizaje de los educandos y los contenidos de la temática en general, de manera que permita al estudiante evidenciar sus conocimientos y al docente cuantificar resultados y evaluar competencias. Ejemplos de algunos de estos instrumentos están los test, las preguntas informales, ensayos, participación activa y actualmente los gestores de evaluación utilizados en aprendizaje en la web.

2.1.7 Taxonomía de Bloom

Otro de los soportes pedagógicos a utilizar en el desarrollo del diseño instruccional es la taxonomía de Bloom, la cual se creó para categorizar el nivel de abstracción de las preguntas que comúnmente ocurren en los centros educativos. Bloom describe seis niveles de pensamiento (conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación), que se basan en tres ámbitos de actividades educativas: cognitiva (habilidades mentales “conocimiento”), afectivo (el crecimiento de sentimientos emocionales “actitud”), psicomotores (manual o habilidades físicas “habilidades”).

Para efectos del desarrollo de este proyecto los seis niveles de la taxonomía solo se aplican al ámbito cognitivo, clasificando las actividades de formación planteadas en el diseño instruccional a través de la estructuración modular según el nivel cognitivo. En el anexo 8, se citan las principales características de los seis niveles de pensamiento.

2.1.8 Propuesta metodológica de diseño instruccional

A continuación se presenta el proceso de elaboración de la propuesta de Diseño instruccional basado en competencias, para la asignatura Teoría Electromagnética de los programas académicos de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica.

- **Referentes metodológicos**

Para el proceso de investigación, planteamiento y desarrollo del Diseño Instruccional para la asignatura Teoría Electromagnética se utilizaron diferentes referentes entre los cuales se encuentran, trabajos de grado, textos relacionados con la asignatura, internet, artículos de aprendizaje, textos basados en el análisis funcional y aprendizaje por competencias entre otros.

Igualmente, estos referentes se han utilizado como base para el planteamiento y construcción de un objeto de aprendizaje basado en competencias, para la temática “Fundamentos de electromagnetismo” la cual se abordará más adelante.

A continuación se muestra una tabla que enuncia las principales características y recomendaciones del *análisis funcional* para su aplicación en procesos de formación académica:

ANÁLISIS FUNCIONAL ORIENTADA A LA APLICACIÓN EN PROCESOS DE FORMACIÓN		
DE LO GENERAL A LO PARTICULAR	Partir de los objetivos generales	Delimitar mediante el análisis y establecimiento de actividades el área de estudio de la asignatura
	Mantener la relación causa-consecuencia.	Las actividades desglosadas y clasificadas conceptuales, y procedimentales, deben en conjunto proveer las herramientas para el cumplimiento de los propósitos y saberes haceres con los que se encuentran relacionados los contenidos
	Desglosar hasta lograr los contenidos de realización individual	El proceso de desglose o desagregación de contenido concluye cuando se identifica y enuncia competencias que puedan ser ejecutadas por un individuo y/o estudiante
UTILIZAR UNA ESTRUCTURA	Las actividades de aprendizaje, saberes,	La normalización de la redacción permite

<p>GRAMATICAL UNIFORME</p>	<p>haceres y propósitos se enuncian bajo la estructura gramatical de: Verbo + objeto + condición</p>	<p>mantener la consistencia en los enunciados y facilita la asociación y agrupamiento de los saberes-haceres, actividades de aprendizaje y propósitos a lo largo del diseño instruccional.</p>
	<p>El verbo debe ser activo, con enfoque en la evaluación del estudiante</p>	<p>En lo posible debe usarse solo un verbo. El verbo es una acción real, medible y evaluable en términos de los resultados de aprendizaje que se buscan en el estudiante</p>
	<p>El verbo es aquello sobre lo cual ocurre la acción de aprendizaje.</p>	<p>El objeto especifica sobre que contenido se realizara el enfoque del verbo.</p>
	<p>La condición debe ser evaluable y debe evitar el uso de calificativos y condiciones irreales.</p>	<p>La condición debe estar directamente relacionada con el objeto, expresando parámetros o criterios contra los cuales se pueda comparar el resultado del</p>

		<p>aprendizaje. La condición define el alcance, la restricción y los límites para evaluar el aprendizaje del contenido.</p> <p>Se debe evitar incluir en la condición calificativos como: "adecuado", "correcto", "óptimo", "completo", "preciso", etc..., porque dificultan una evaluación objetiva.</p>
Evitar el análisis excesivo de una palabra o frase	Tener dificultades en el manejo del lenguaje es una situación general en el desarrollo del análisis funcional. Evitar la discusión exhaustiva en palabras determinadas permite un mejor desarrollo metodológico.	
Evitar las discusiones pedagógicas y políticas	En la aplicación de la metodología es frecuente que se planteen discusiones sobre aspectos de diferentes índoles y que conciernen a tocar el proceso educativo. Es importante escuchar estas inquietudes y tenerlas en cuenta si lo ameritan, pero no debe dedicarse tiempo a discutir las sin sentido, ya que pueden alejar el equipo de desarrollo del camino metodológico.	

Tabla 2. Estructuración metodológica del análisis funcional orientada a la aplicación en procesos de formación¹¹

¹¹ Fuente: Adaptación de los autores en base a GIRALDO P., Wilson

2.2 DISEÑO DE MATERIALES

2.2.1 Objeto de aprendizaje¹²

Un objeto de aprendizaje es una entidad digital basada en un diseño instruccional para programas de formación por competencias, que puede ser utilizado, reutilizado o referenciado durante el aprendizaje en línea con el objetivo de generar conocimientos, habilidades y actitudes en función de las necesidades del estudiante.

Los objetos de aprendizaje deben proveer información pedagógica que determine el tipo de actividades cognitivas en las que los estudiantes estarán envueltos y las habilidades de enseñanza-aprendizaje asociadas a los objetos de aprendizaje, así los conceptos de eficiencia al que pertenecen puedan ser trasladados convenientemente al estudiante. Los objetos de aprendizaje deben cumplir con ciertas características que garanticen su calidad y eficiencia, estas son: autocontenido, interoperable, reutilizable, durable y actualizable en el tiempo, fácil acceso y secuenciable

2.2.2 Estándares de e-learning (aprendizaje electrónico bajo internet)

Estos estándares son un conjunto de reglas de cómo construir cursos on-line y plataformas sobre las cuales se imparten estos cursos. La aplicabilidad de éstas permite la personalización del aprendizaje basándose en las necesidades individuales de los alumnos y la obtención de productos durables, interoperables, accesibles y reusables. Estas reglas además, definen un modelo de empaquetamiento estándar para los contenidos. Los contenidos pueden ser empaquetados como objetos de aprendizaje, de tal forma que permita a los

¹² <http://gavilan.uis.edu.co/~clarenes/>

desarrolladores crear contenidos que puedan ser reutilizados e integrados en otros cursos.

Estos estándares están siendo utilizados en el desarrollo de objetos de aprendizaje por medio de las TIC, ya que dichos estándares son de fácil utilización y además se pueden acceder con mucha facilidad y en cualquiera parte del mundo, lo que los hace más llamativos aún, ya que se volverán con el tiempo una especie de proyecto expansionista del conocimiento.

2.2.3 Empaquetamiento en SCORM¹³

El Aprendizaje Distribuido Avanzado o ADL SCORM (Advanced Distributed Learning) es un programa del Departamento de Defensa de los Estados Unidos y de la Oficina de Ciencia y Tecnología de la Casa Blanca para desarrollar principios y guías de trabajo necesarias para el desarrollo y la implementación eficiente, efectiva y en gran escala, de formación educativa sobre nuevas tecnologías Web.

Este modelo concibe una serie de pasos a seguir para la implementación detallada de contenidos, que permita que los sistemas que lo cumplan, puedan intercambiar contenidos, es decir, logrando interoperabilidad, reusabilidad y adaptabilidad.

El empaquetado de contenido SCORM se basa en la especificación de empaquetado de contenido de IMS (Content Package). La especificación define un sistema estandarizado de estructuras que son orientadas a la interoperabilidad entre las herramientas de creación de contenidos, los sistemas de administración de contenidos (LMS) y los ambientes en tiempo de ejecución. La especificación proporciona un formato común de la entrada-salida que permite importar y exportar datos entre sistemas compatibles.

¹³ <http://www.tise.cl/archivos/tise2005/08.pdf>

Las plataformas educativas LMS (learning management system) permiten alojar y administrar cursos y alumnos, guardando las actividades realizadas tales como: notas, páginas visitadas, tiempo de navegación, participación en foros y chat, etc.

El desarrollo de una plataforma propia (e-escenari), obedece a la necesidad de brindarle al estudiante la posibilidad de acceder a recursos de forma individual, que se acoplen a los diferentes estilos de aprendizaje (Modelo Felder Y Silverman). Estas características hacen diferente a esta plataforma de las plataformas de carácter libre como Moodle y Blackboard, que presentan los recursos sin tener en cuenta las preferencias subjetivas de aprendizaje de los estudiantes.

2.3 TEMÁTICA RELACIONADA CON FUNDAMENTOS BÁSICOS DE ELECTROMAGNETISMO. [10,11,12]

Este proyecto desarrolla un objeto de aprendizaje para la temática relacionada con fundamentos básicos de electromagnetismo. Dentro de estos fundamentos básicos se han escogido los referentes al estudio de campos eléctricos en el vacío, empezando por los planteamientos de la ley de Coulomb que siendo una ley de fuerzas, se utiliza para hallar la intensidad de campo eléctrico para cargas puntuales y también para distribuciones continuas de carga. Más adelante se introducen nuevas definiciones como la ley de Gauss, que determina otra forma de evaluar campo eléctrico a partir de la densidad de flujo eléctrico. Dadas las limitaciones de la ley de Gauss se tratará una formulación especial de esta a través de la primera ecuación de Maxwell, que complementa el estudio de los campos eléctricos en el vacío y por último se estudiará el potencial eléctrico y su relación con el campo eléctrico.

2.3.1 LEY DE COULOMB (1736-1806)

El físico e ingeniero Francés el coronel Charles Coulomb, fue el primero en postular una de las leyes fundamentales de la electrostática de forma cuantitativa, construyó una balanza de torsión para medir la fuerza que ejercen entre sí dos cargas eléctricas. Utilizando esta balanza y con varios objetos de prueba, tales como pequeñas esferas cargadas igualmente o de cargas diferentes, comprobó que la magnitud de cada una de las fuerzas eléctricas con que interactúan dos cargas puntuales en reposo es directamente proporcional al producto de la magnitud de estas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa. En honor a su nombre se denominó Coulomb a la unidad de medida de la carga eléctrica y se representa por la letra (C).

La ley de Coulomb es una ley experimental, que trata de una fuerza vectorial asociada a un vector unitario, depende de la distancia entre las cargas. También se observa que la fuerza entre las dos cargas puede ser de repulsión ó de atracción dependiendo de su polaridad.

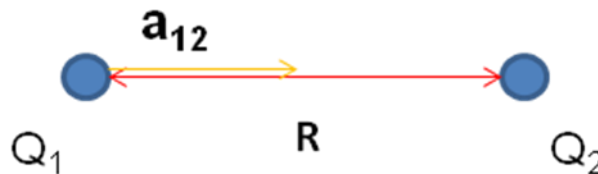


Figura 2. Fuerza entre cargas (Ley de Coulomb)

Fuente: Autoría de los desarrolladores

La expresión final establecida por Coulomb es la siguiente:

$$\mathbf{F} = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 R^2} \mathbf{a}_{R12} \quad (\text{N}) \quad (1)$$

Como toda fuerza es expresada en Newton, las unidades de sus componentes según lo establecido por el sistema internacional de unidades son:

- Q_1 y Q_2 en C
- ϵ_0 es $8,854 \cdot 10^{-12}$ F/m (Permitividad eléctrica del vacío)
- R en m

Para la aplicación de la ley de Coulomb dada por la ecuación (1), no se tienen en cuenta las dimensiones de las cargas para su cálculo, pues estas tienen valores que se pueden considerar despreciables comparados con cantidades de mayor relevancia, como por ejemplo la distancia R que las separa.

Siempre que se consideran dos cuerpos cargados y en reposo o con movimientos muy pequeños la intensidad de las fuerzas atractivas o repulsivas (depende del signo de las cargas) que se ejercen entre sí, se pueden determinar con ésta misma expresión (1). Esta fuerza de interacción también depende de la naturaleza del medio que les rodea.

Debido a que las fuerzas entre cargas son fuerzas de interacción, entonces las fuerzas eléctricas se aplican en los respectivos centros de las cargas y están dirigidas a lo largo de la línea que las une. Cuando se tienen dos cargas separadas una distancia considerablemente grande, el efecto mutuo se puede considerar despreciable, es decir la fuerza entre ellas va a tender a cero.

De la ecuación (1) se observa que esta fuerza no está definida para $R=0$ y que es una ecuación simétrica. Esta fuerza experimentada por las cargas es una fuerza mutua, que satisface el principio de acción y reacción (3ª ley de Newton). Las cargas entre sí, experimentan una fuerza de la misma magnitud, pero de dirección opuesta, es decir:

$$\mathbf{F}_{12} = - \mathbf{F}_{21}$$

Como es claro en la ecuación (1) se observa que la fuerza establecida por Coulomb depende inversamente del cuadrado de la distancia, lo que la hace similar a la ley de gravitación universal de Newton ya que ambos principios obedecen a una ley matemática casi idéntica, aunque las dos fueron estudiadas por separado y en tiempos diferentes. A continuación se muestran ambas leyes:

$$\begin{array}{ccc}
 \mathbf{F} = K \frac{Q_1 Q_2}{R^2} \mathbf{a}_{R12} & \longleftrightarrow \text{Análogas} & \mathbf{F} = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \mathbf{u}_r \quad (2) \\
 \text{Ley de Coulomb} & & \text{Ley de gravitación universal}
 \end{array}$$

Aunque la analogía es impresionante, también existen algunos factores que marcan la diferencia. Por ejemplo, en el caso de la gravedad no se han encontrado masas con diferente signo como para el caso de Coulomb, por tanto la fuerza que experimentan dichas masas siempre va a ser de atracción. Otra de las diferencias es la magnitud de las fuerzas, ya que, la fuerza eléctrica es considerablemente mayor que la gravitatoria para distancias semejantes.

La analogía entre estos dos experimentos, de gran importancia a la humanidad, sirvió de soporte a nuevos avances de fenómenos atómicos y nucleares por medio de la teoría de la gran unificación. Dicha teoría pretende describir todos los hechos físicos según leyes y principios universales.

2.3.1.1 Intensidad de campo eléctrico

Se define un campo como una región del espacio en la que una carga de prueba puesta en cualquier punto experimenta una fuerza eléctrica debida a una carga

fuerza. El campo eléctrico se compone de tres elementos principales, que son: la intensidad de campo eléctrico, las líneas del campo eléctrico y el potencial eléctrico. Por ahora se va a tratar la intensidad del campo eléctrico.

Si se considera una carga fija y otra de prueba puesta en movimiento alrededor de la primera, entonces, esta segunda carga de prueba va a experimentar siempre una fuerza, que no es otra cosa que un campo de fuerza actuando sobre ella. Dicha fuerza está dada por la ley de Coulomb y puede escribirse como una fuerza por unidad de carga, entonces se tiene:

$$\frac{F}{Q_2} = \frac{Q_1}{4\pi \epsilon_0 R^2} \alpha_{R12} \quad \text{N/C} \quad (3)$$

Intensidad de campo en el vacío debido a una carga puntual Q_1 .

Donde R es la magnitud del vector que va desde el punto donde se localiza la carga puntual, hasta el punto donde se desea conocer la intensidad del campo.

Como se puede ver en la ecuación (3) el campo en términos de carga sólo depende de la carga Q_1 (la cual es la fuente del campo), esta ecuación representa un vector campo al cual se le llama intensidad de campo eléctrico. Es decir, se le llama intensidad de campo eléctrico a un vector fuerza sobre cada unidad de carga de prueba.

El campo eléctrico es una magnitud vectorial que tiene las siguientes características:

- Su módulo será igual al cociente entre el módulo de la fuerza resultante y la carga de prueba sobre la cual se aplica dicha fuerza.
- Su dirección será la misma que la del vector fuerza, dado que se obtiene de dividirla por un escalar positivo

Como se observa en la ecuación (3), las unidades que representan la intensidad de campo deben ser los N/C, pero por facilidades prácticas se usan los V/m.

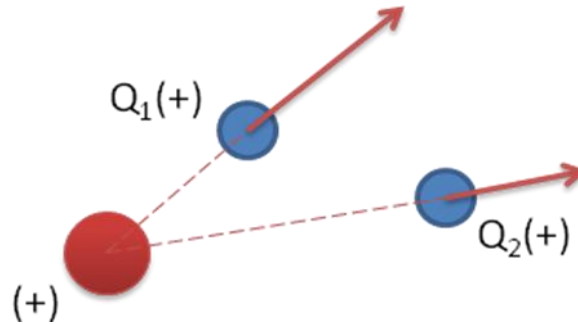


Figura 3. *Vectores intensidad de campo.*
Fuente: Autoría de los desarrolladores

En la figura 3 se presenta un ejemplo de fuerza de Coulomb y se observa que el vector sobre la carga Q_1 es más grande que el vector sobre la carga Q_2 , esto sucede ya que la carga Q_1 está más cerca de la carga fija, en donde el campo va a ser más intenso. Como todas las cargas tienen la misma polaridad, las fuerzas resultantes serán de repulsión y la dirección del campo es la indicada en la figura 3.

2.3.2 CAMPO ELÉCTRICO DEBIDO A DISTRIBUCIONES CONTINUAS DE CARGA

2.3.2.1 Campo eléctrico debido a una línea con distribución de carga uniforme

Se considera en el vacío una línea con densidad de carga uniforme ρ_L a lo largo del eje de coordenadas Z desde $-\infty$ hasta ∞ , como se observa en la figura 4.

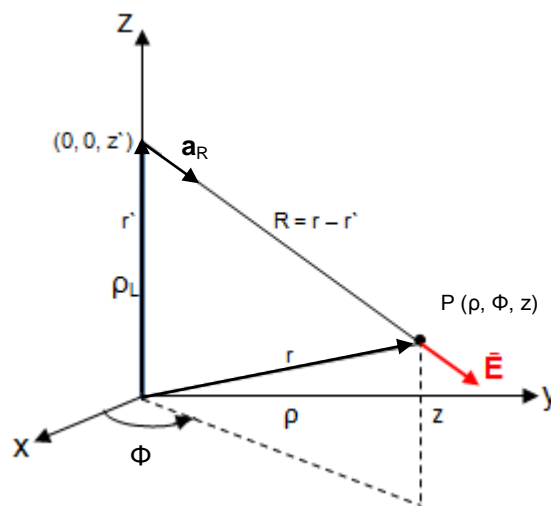


Figura 4. Evaluación del campo \mathbf{E} debido a una carga de línea
Fuente: SADIKU M. Elementos de electromagnetismo. Segunda edición

Se evaluará el campo eléctrico \mathbf{E} debido a una línea de carga uniforme ρ_L en un punto $P(\rho, \Phi, z)$. Primero hay que identificar que componentes están presentes. Si se varía z que es la longitud de la línea, ésta afectaría la intensidad de campo eléctrico puesto que cada incremento, actúa como una carga puntual que produce una contribución que aumenta la intensidad de campo. La componente en Φ de campo eléctrico es cero ($\mathbf{E}_\Phi = 0$) ya que ningún elemento de carga es producido en ella, así que la rotación a lo largo de Φ en el punto P no produce alguna contribución al campo eléctrico total \mathbf{E} . La variación en la componente ρ influirá en

la intensidad de campo eléctrico, ya que se podría observar que un incremento en ρ produce se reducción en la intensidad de campo.

Así se concluye que las únicas componentes presentes que influyen en el campo eléctrico son \mathbf{E}_ρ y \mathbf{E}_z .

Ahora se analizan los vectores de la figura 4, en donde se observa:

$$\mathbf{r} = \rho \mathbf{a}_\rho + z \mathbf{a}_z \quad (4)$$

$$\mathbf{r}' = z' \mathbf{a}_z \quad (5)$$

El vector \mathbf{R} es la diferencia de los vectores \mathbf{r} y \mathbf{r}'

$$\mathbf{R} = \mathbf{r} - \mathbf{r}' = \rho \mathbf{a}_\rho + (z - z') \mathbf{a}_z \quad (6)$$

La magnitud del vector \mathbf{R} es

$$|\mathbf{R}| = \sqrt{\rho^2 + (z - z')^2} \quad (7)$$

El vector \mathbf{a}_R unitario es

$$\mathbf{a}_R = \frac{\mathbf{R}}{|\mathbf{R}|} = \frac{\rho \mathbf{a}_\rho + (z - z') \mathbf{a}_z}{\sqrt{\rho^2 + (z - z')^2}} \quad (8)$$

La intensidad de campo eléctrico debido a una distribución de carga ya sea lineal, superficial o volumétrica se puede considerar como la sumatoria del campo al que contribuyen las numerosas cargas que componen la distribución de carga, por esto es posible escribir la siguiente ecuación:

$$d\mathbf{E} = \frac{dQ}{4\pi\epsilon_0 R^2} \mathbf{a}_R = \frac{dQ}{4\pi\epsilon_0 R^2} \frac{\mathbf{R}}{|\mathbf{R}|} = \frac{dQ}{4\pi\epsilon_0 R^3} \mathbf{R} \quad (9)$$

Para el caso de la distribución de carga lineal y de longitud infinita se tiene

$$dQ = \rho_L dL = \rho_L dz' \quad (10)$$

Se reemplaza (9) en (10), y se integra en ambos lados de la ecuación, como es una distribución de carga lineal infinita a lo largo de z se integra entre $-\infty$ y ∞ .

$$\mathbf{E} = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\rho_L dz' [\rho \mathbf{a}_\rho + (z - z') \mathbf{a}_z]}{4\pi\epsilon_0 [\rho^2 + (z - z')^2]^{3/2}} \quad (11)$$

$$\mathbf{E} = \frac{\rho_L}{4\pi\epsilon_0} \left\{ \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\rho dz'}{[\rho^2 + (z - z')^2]^{3/2}} \mathbf{a}_\rho + \int_{-\infty}^{\infty} \frac{(z - z') dz'}{[\rho^2 + (z - z')^2]^{3/2}} \mathbf{a}_z \right\} \quad (12)$$

$$\mathbf{E} = \frac{\rho_L}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{2}{\rho} \mathbf{a}_\rho + (0) \mathbf{a}_z \right] \quad (13)$$

En conclusión el campo eléctrico debido a una línea de carga uniforme es:

$$\mathbf{E} = \frac{\rho_L}{2\pi\epsilon_0 \rho} \mathbf{a}_\rho \quad (14)$$

2.3.2.2 Campo eléctrico debido a una distribución de carga superficial uniforme

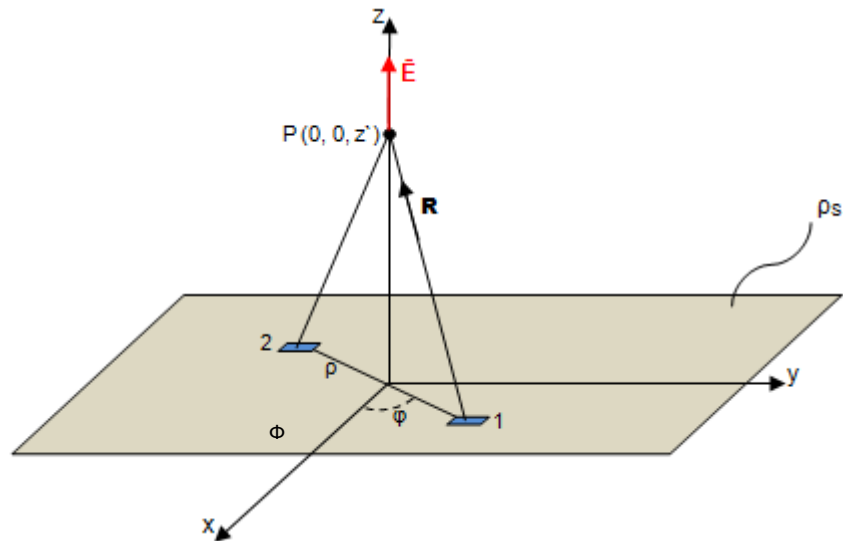


Figura 5. Evaluación del campo E debido a una lámina infinita de carga
Fuente: SADIKU M, elementos de electromagnetismo. Segunda edición

Se evaluará el campo eléctrico debido a una lámina infinita de carga ρ_s en un punto $P(0, 0, z')$ a lo largo del eje Z de coordenadas cilíndricas. La carga está relacionada a un elemento diferencial de superficie dS a través de la siguiente ecuación:

$$dQ = \rho_s dS \quad (15)$$

De acuerdo a la ecuación (9) la contribución del campo eléctrico en el punto P es

$$dE = \frac{\rho_s dS}{4\pi\epsilon_0 R^2} \mathbf{a}_R \quad (16)$$

Observando la figura 5 se puede decir:

$$\mathbf{R} = \rho(-\mathbf{a}_\rho) + z'\mathbf{a}_z \quad (17)$$

$$|\mathbf{R}| = \sqrt{\rho^2 + z'^2} \quad (18)$$

$$\mathbf{a}_R = \frac{\mathbf{R}}{|\mathbf{R}|} = \frac{\rho(-\mathbf{a}_\rho) + z'\mathbf{a}_z}{\sqrt{\rho^2 + z'^2}} \quad (19)$$

El elemento diferencial de superficie en coordenadas cilíndricas es

$$dS = \rho d\rho d\phi \quad (20)$$

Reemplazando (19) y (20) en (16) se obtiene

$$d\mathbf{E} = \frac{\rho_S \rho d\rho d\phi (-\rho\mathbf{a}_\rho + z'\mathbf{a}_z)}{4\pi\epsilon_0(\rho^2 + z'^2)^{3/2}} \quad (21)$$

Observando la figura 5, la simetría de las cargas hace que las componentes en \mathbf{a}_ρ se anulen entre los elementos 1 y 2, y por lo tanto la contribución de \mathbf{E}_ρ al campo eléctrico total es cero.

En conclusión conociendo que \mathbf{E} solo tiene componentes en z si y solo si la carga esta en el plano xy , se procede a integrar a ambos lados de la ecuación (21).

$$\mathbf{E} = \int d\mathbf{E}_z = \frac{\rho_S}{4\pi\epsilon_0} \int_{\phi=0}^{2\pi} \int_{\rho=0}^{\infty} \frac{z'\rho d\rho d\phi}{(\rho^2 + z'^2)^{3/2}} \mathbf{a}_z \quad (22)$$

$$\mathbf{E} = \frac{\rho_S}{2\epsilon_0} \mathbf{a}_z \quad (23)$$

De forma general se puede decir que el campo eléctrico producido por una lámina infinita de carga está dada por

$$\mathbf{E} = \frac{\rho_s}{2\epsilon_0} \mathbf{a}_n \quad (24)$$

Donde \mathbf{a}_n es el vector unitario normal a la superficie de la lámina, hacia el punto de interés.

2.3.2.3 Campo eléctrico debido a una distribución de carga volumétrica uniforme

Se evaluará el campo eléctrico debido a una distribución de carga volumétrica ρ_v en un punto P (0, 0, z') a lo largo del eje Z. La carga está relacionada a un elemento diferencial de volumen dv a y través de la siguiente ecuación:

$$dQ = \rho_v dv \quad (25)$$

Se supone una esfera de radio a la cual tiene una carga total

$$Q = \int \rho_v dv = \rho_v \int dv = \rho_v \frac{4\pi a^3}{3} \quad (26)$$

De acuerdo a la ecuación (9) el campo eléctrico debido a una carga volumétrica se puede escribir como

$$d\mathbf{E} = \frac{\rho_v dv}{4\pi\epsilon_0 R^2} \mathbf{a}_R \quad (27)$$

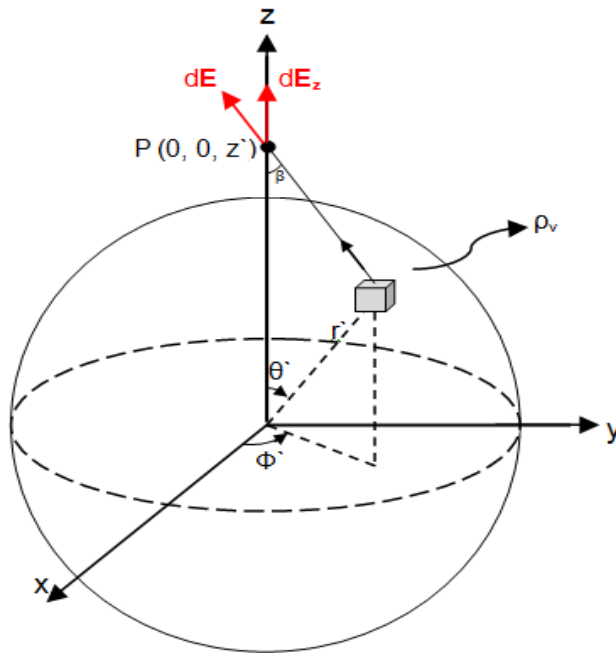


Figura 6. Evaluación del campo \mathbf{E} debido a una distribución volumétrica de carga
Fuente: SADIKU M. Elementos de electromagnetismo. Segunda edición

El campo debido a dQ tendrá las siguientes componentes $\mathbf{E} = E_x \mathbf{a}_x + E_y \mathbf{a}_y + E_z \mathbf{a}_z$. La simetría de la distribución de carga hace que las contribuciones de las componentes \mathbf{E}_x y \mathbf{E}_y sean cero, por lo que \mathbf{E}_z es la única componente que aporta al campo eléctrico total. Luego \mathbf{E}_z está dado por

$$E_z = \mathbf{E} \cdot \mathbf{a}_z = \int dE \cos\beta = \frac{\rho_v}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{dv \cos\beta}{R^2} \quad (28)$$

Las expresiones para dv , $\cos\beta$ y R son

$$dv = r^2 \sin\theta \, dr \, d\theta \, d\phi \quad (29)$$

Observando la figura 6 y aplicando la regla del coseno se tiene que

$$R^2 = z'^2 + r^2 - 2z'r \cos\theta \quad (30)$$

$$r^2 = z'^2 + R^2 - 2z'R \cos\beta \quad (31)$$

Se debe obtener $\cos \beta$ y $\sin \theta'$ en términos de R y r' , luego se hace un despeje en las ecuaciones (30) y (31).

$$\cos \beta = \frac{z'^2 + R^2 - r'^2}{2 z' R} \quad (32)$$

$$\cos \theta' = \frac{z'^2 + r'^2 - R^2}{2 z' r'} \quad (33)$$

Al derivar la ecuación (33) con respecto a θ' se obtiene una expresión para hacer un cambio de variable de θ' a R

$$\sin \theta' d\theta' = \frac{R dR}{z' r'} \quad (34)$$

Se sustituyen las ecuaciones (29) y (34) en (28), en donde, por el teorema de los cosenos, se tiene en cuenta que cuando $\theta' = 0 \Rightarrow R^2 = (z' - r')^2$ y cuando $\theta' = \pi \Rightarrow R^2 = (z' + r')^2$.

$$E_z = \frac{\rho_v}{4\pi\epsilon_0} \int_{\varphi'=0}^a d\varphi' \int_{r'=0}^a \int_{R=z-r'}^{z+r'} r'^2 \frac{R dR}{z' r'} dr' \frac{z'^2 + R^2 - r'^2}{2 z' R} \frac{1}{R^2} \quad (35)$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{z'^2} \left(\frac{4}{3} \pi a^3 \rho_v \right) \quad (36)$$

Como se observa en la ecuación (36) el término dentro del paréntesis es la carga total en la esfera de radio 'a', por lo tanto el campo eléctrico en el punto P (0, 0, z') es

$$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 z'^2} \mathbf{a}_z, \text{ cuando } z' \text{ es mucho mayor que el radio de la esfera con } \rho_v \quad (37)$$

El resultado del campo eléctrico a un punto P(r, θ , Φ) debido una distribución de carga volumétrica se puede expresar como

$$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \mathbf{a}_r \quad (38)$$

La ecuación (38) es válida siempre y cuando $r \gg r'$.

2.3.3 LEY DE GAUSS (1777-1855)

La ley de Gauss es una de las leyes fundamentales del electromagnetismo utilizada principalmente cuando los cuerpos están cargados simétricamente. Para aplicarla es necesario suponer o imaginar una superficie cerrada que contenga al cuerpo. La superficie es conocida como la superficie gaussiana. Esta ley establece que el flujo eléctrico que pasa a través de cualquier superficie cerrada es igual a la carga neta total encerrada por dicha superficie.

Entonces:

$$\Psi = Q_{enc} \quad (39)$$

Ψ = El flujo eléctrico.

De (39) se aprecia que el flujo eléctrico es carga y que se mide en Coulomb.

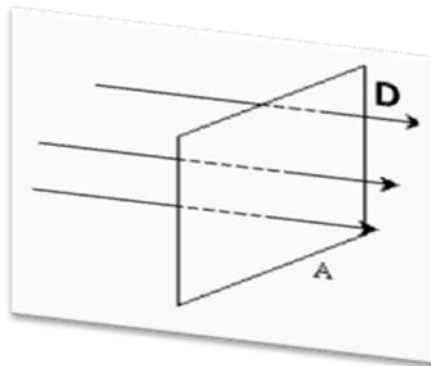


Figura 7. Líneas de flujo a través de una superficie.

Fuente: Autoría de los desarrolladores

Se introduce un nuevo concepto que es la densidad de flujo eléctrico, **D**. La densidad de flujo eléctrico es el flujo por unidad de área, ó líneas de flujo por

metro cuadrado. Es un vector que se asocia con la intensidad de campo eléctrico, de la siguiente manera:

$$\mathbf{D} = \epsilon_0 \mathbf{E} \quad (\text{C/m}^2) \quad (40)$$

La dirección de \mathbf{D} en un punto es la dirección de las líneas de flujo en ese punto. La magnitud es igual al número de líneas de flujo que atraviesan una superficie normal a las líneas, dividida entre el área de la superficie. Entonces:

$$\mathbf{D} = \frac{\Psi}{A} = \frac{Q}{A} \quad (41)$$

Despejando de (41) se encuentra que:

$$\Psi = \mathbf{D} * \text{Area} \quad (42)$$

De acuerdo con Gauss se toman elementos de superficie ΔS lo suficientemente pequeños para que se puedan considerar planos. Dichos elementos de área pueden ser representados como vectores $d\mathbf{S}$ cuya magnitud es el área y la dirección es normal a la superficie. De (42) se tiene:

$$d\Psi = \mathbf{D} * d\mathbf{S} \quad (43)$$

Integrando se tiene:

$$\Psi = \oint \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S} \quad (44)$$

(44) es una integral de superficie cerrada y puesto que el elemento de superficie $d\mathbf{S}$ siempre implica las diferenciales de dos coordenadas se trata de una integral

doble. El círculo sobre el símbolo de la integral indica que la integración debe hacerse sobre la superficie gaussiana.

Resumiendo, hasta este punto se tiene:

$$\Psi_E = \oint \Psi = \oint \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S} = Q_{enc} \quad (45)$$

La carga encerrada por la superficie puede estar compuesta por cargas con distintas distribuciones de carga (puntual, lineal, superficial y volumétrica). Por tanto podrá escribirse:

$$Q_{enc} = \sum Q_n \quad (46)$$

$$Q_{enc} = \int \rho_L dL \quad (47)$$

$$Q_{enc} = \int_S \rho_S dS \quad (48)$$

$$Q_{enc} = \int_{vol} \rho_v dv \quad (49)$$

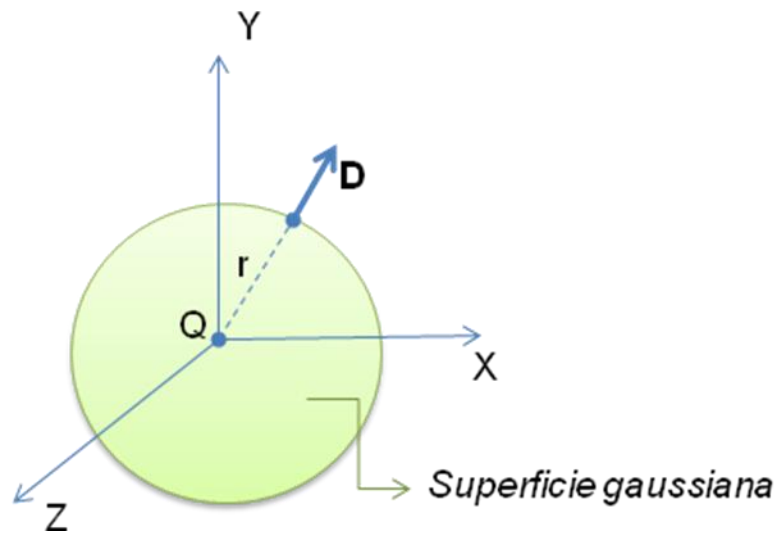


Figura 8. Ley de Gauss para carga puntual

Fuente: SADIKU M. Elementos de electromagnetismo. Segunda edición

De la figura 8 se observa que \mathbf{D} es normal en todas las partes de la superficie gaussiana, entonces $\mathbf{D} = D_r \mathbf{a}_r$ en coordenadas esféricas y al aplicar la ley de Gauss se obtiene:

$$Q = \oint \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S} = D_r \oint dS = D_r 4\pi r^2 \quad (50)$$

Despejando de (50) D_r se obtiene:

$$\mathbf{D} = \frac{Q}{4\pi r^2} \mathbf{a}_r \quad (51)$$

2.3.3.1 Distribución de carga lineal infinita

Suponer la carga uniforme de carácter lineal infinita ρ_L extendida a lo largo del eje x . Se define un punto P en donde se quiere determinar \mathbf{D} . Se supone la superficie gaussiana de forma cilíndrica que contenga a P y que satisfaga las condiciones de simetría. \mathbf{D} es constante y normal a la superficie gaussiana como se aprecia en la figura 9.

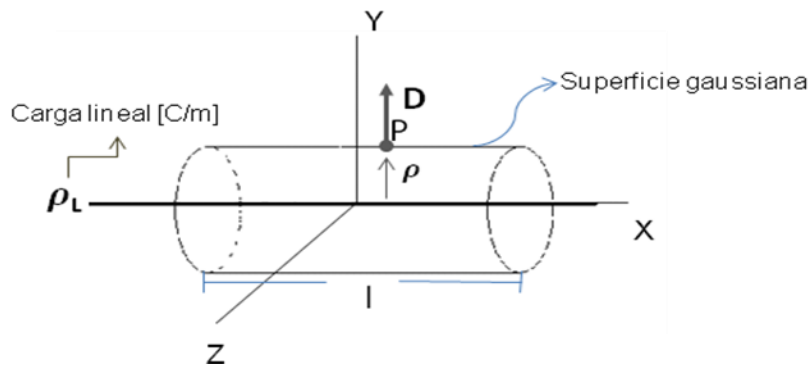


Figura 9. Superficie gaussiana cilíndrica para línea infinita de carga
Fuente: SADIKU M. Elementos de electromagnetismo. Segunda edición

Retomando (50) pero aplicada al éste caso se tiene:

$$Q = \rho_L l = \oint \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S} = D_\rho \oint dS = D_\rho 2\pi \rho l \quad (52)$$

El valor de la integral de superficie cerrada en las tapas de la superficie cilíndrica es cero, ya que \mathbf{D} no tiene componente en X, por tanto es tangencial a dichas tapas. Entonces se tiene que:

$$\mathbf{D} = \frac{\rho_L}{2\pi\rho} \mathbf{a}_\rho \quad (53)$$

1.3.3.2 Lámina infinita de carga

Supóngase una lámina con una carga uniforme ρ_s ubicada en el plano $z=0$ y un punto P, el cual debe estar contenido en la superficie gaussiana. Para esta superficie se escoge una caja rectangular que está cortada simétricamente por la lámina de carga y tiene dos de sus caras paralelas a la lámina, como se observa en la figura 10.

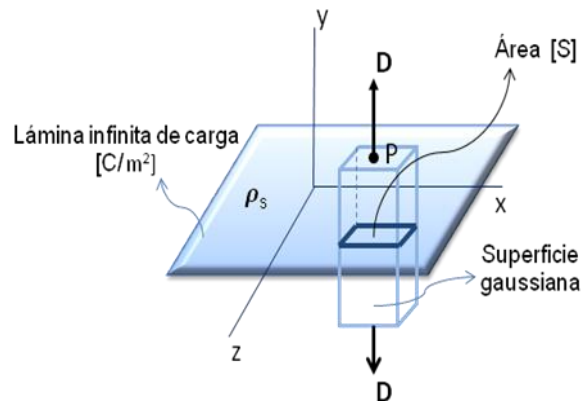


Figura 10. Superficie gaussiana para una carga superficial.

Fuente: SADIKU M. Elementos de electromagnetismo. Segunda edición

De la figura 10 se observa que \mathbf{D} es normal a la lámina entonces $\mathbf{D} = D_z \mathbf{a}_z$, por tanto al aplicar Gauss se tiene:

$$Q = \rho_s S = \oint \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S} = D_z [\int_{sup} dS + \int_{inf} dS] \quad (54)$$

De resaltar que al evaluar la integral de superficie cerrada en los lados de la caja es cero, ya que \mathbf{D} no tiene componentes en x ni en y. Si las áreas de las tapas de la caja son S, entonces tenemos que:

$$\rho_s S = D_z (S + S) \quad (55)$$

Por tanto

$$D_z = \frac{\rho_s S}{2} \mathbf{a}_z \quad (56)$$

2.3.4 PRIMERA ECUACIÓN DE MAXWELL

Johann Carl Friedrich Gauss postuló en su ley que el “flujo eléctrico que pasa a través de cualquier superficie cerrada es igual a la carga total encerrada por esa superficie”. Esto lleva a pensar en una pequeña esfera de carga Q (ver figura 11) de la cual salen líneas de flujo hacia afuera. Cuando ocurre esto se dice que estas líneas son divergentes y la carga se considera como una fuente de carga positiva.

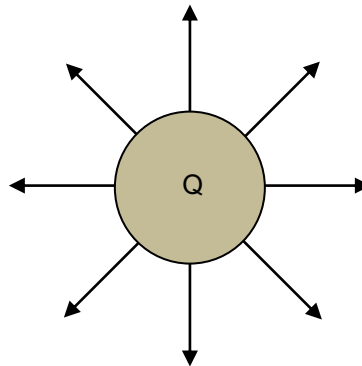


Figura 11. Líneas de flujo divergiendo de una esfera con carga Q

Fuente: SADIKU M. Elementos de electromagnetismo. Segunda edición

La ley de Gauss se puede relacionar con el concepto de la divergencia, la cual establece:

“La divergencia \mathbf{A} en un punto P es el flujo hacia fuera por unidad de volumen a medida que el volumen se contrae alrededor de P ”. Por tanto:

$$\text{Divergencia de } \mathbf{A} = \text{div } \mathbf{A} = \lim_{\Delta v \rightarrow 0} \frac{\oint_S \mathbf{A} \cdot d\mathbf{S}}{\Delta v} \quad (57)$$

Donde Δv es el volumen que encierra la superficie S en el punto P

Es importante notar que la divergencia es una operación que se aplica sobre un vector y cuyo resultado es un escalar. La divergencia sencillamente indica cuanto flujo sale de un pequeño volumen por unidad de volumen, por ello no se asocia ninguna dirección con ella.

En la figura 12 se observan diferentes ilustraciones de divergencia. Cuando la divergencia de un campo vectorial es diferente de cero se dice que la región contiene fuentes o sumideros, fuentes cuando la divergencia es positiva es decir cuando el vector diverge (o se aleja de) P y sumideros cuando la divergencia es negativa es decir cuando el vector converge en P . La divergencia es igual a cero cuando el punto P no es fuente ni sumidero.

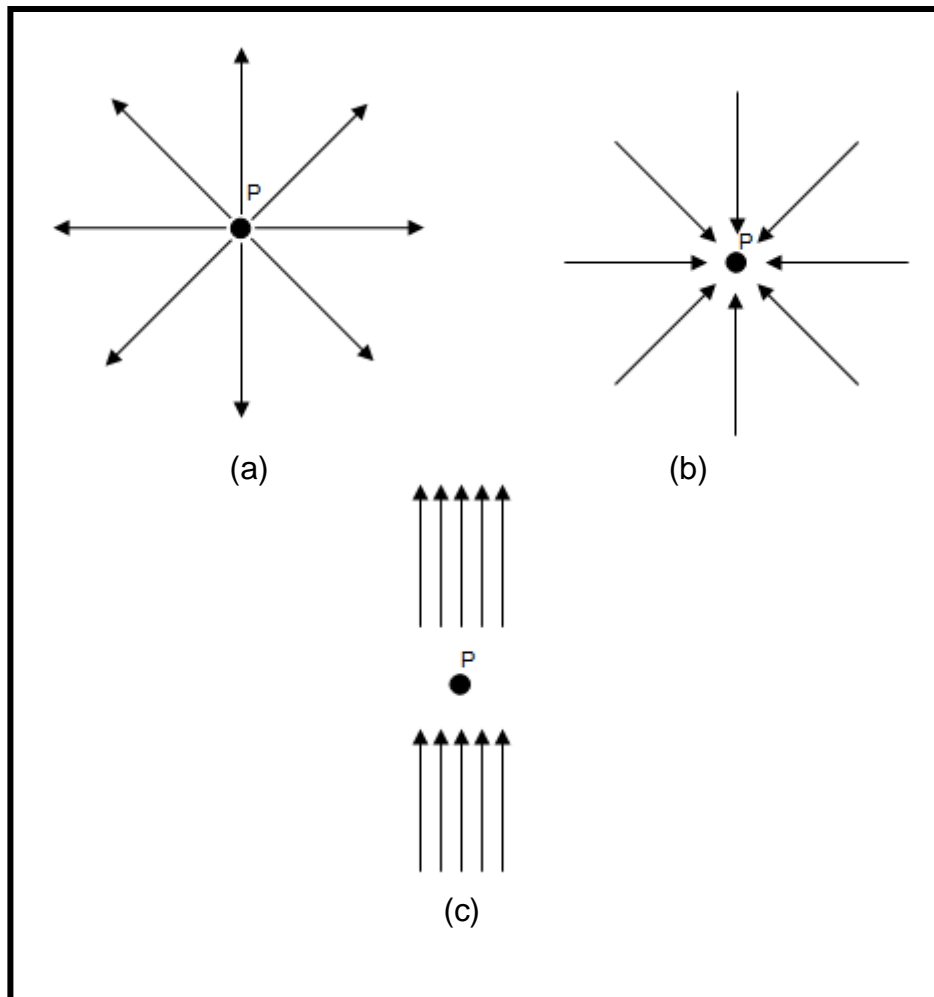


Figura 12. Ilustración de la divergencia de un campo vectorial P ;
(a) divergencia positiva, **(b)** divergencia negativa, **(c)** divergencia cero
 Fuente: SADIKU M. Elementos de electromagnetismo. Segunda edición

El concepto de divergencia se puede aplicar a elementos diferenciales de volumen. A continuación se muestran las expresiones para los sistemas de coordenadas cartesianas, cilíndricas y esféricas respectivamente:

- Cartesiana

$$\text{div } \mathbf{D} = \frac{\partial D_x}{\partial x} + \frac{\partial D_y}{\partial y} + \frac{\partial D_z}{\partial z} \quad (58)$$

- Cilíndrica

$$\operatorname{div} \mathbf{D} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial(\rho \mathbf{D}_\rho)}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial \mathbf{D}_\varphi}{\partial \varphi} + \frac{\partial \mathbf{D}_z}{\partial z} \quad (59)$$

- Esférica

$$\operatorname{div} \mathbf{D} = \frac{1}{r^2} \frac{\partial(r^2 \mathbf{D}_r)}{\partial r} + \frac{1}{r \operatorname{sen} \theta} \frac{\partial(\operatorname{sen} \theta \mathbf{D}_\theta)}{\partial \theta} + \frac{1}{r \operatorname{sen} \theta} \frac{\partial \mathbf{D}_\varphi}{\partial \varphi} \quad (60)$$

Como se mencionó anteriormente el resultado de la divergencia es un escalar, pensando en ello se define el operador nabla como operador vectorial ya que el producto punto entre dos vectores proporciona un escalar. Por ejemplo

$$\nabla = \frac{\partial}{\partial x} \mathbf{a}_x + \frac{\partial}{\partial y} \mathbf{a}_y + \frac{\partial}{\partial z} \mathbf{a}_z \quad (61)$$

Si tomamos el vector de densidad de flujo \mathbf{D} en coordenadas cartesianas

$$\mathbf{D} = D_x \mathbf{a}_x + D_y \mathbf{a}_y + D_z \mathbf{a}_z \quad (62)$$

Del producto punto entre (61) y (62) se obtiene

$$\nabla \cdot \mathbf{D} = \left(\frac{\partial}{\partial x} \mathbf{a}_x + \frac{\partial}{\partial y} \mathbf{a}_y + \frac{\partial}{\partial z} \mathbf{a}_z \right) \cdot (D_x \mathbf{a}_x + D_y \mathbf{a}_y + D_z \mathbf{a}_z) \quad (63)$$

$$\nabla \cdot \mathbf{D} = \frac{\partial D_x}{\partial x} + \frac{\partial D_y}{\partial y} + \frac{\partial D_z}{\partial z} \quad (64)$$

De esta forma al comparar (64) con (58) se puede reconocer el resultado de $\nabla \cdot \mathbf{D}$ como divergencia, de esta forma se tiene que

$$\operatorname{div} \mathbf{D} = \nabla \cdot \mathbf{D} \quad (65)$$

Para los demás sistemas de coordenadas (cilíndricas y esféricas) el operador vectorial ∇ no tiene una expresión específica. Así que si se consideran sistemas de coordenadas cilíndricas o esféricas la expresión de $\nabla \cdot \mathbf{D}$ seguirá indicando divergencia como se muestra en las ecuaciones (59) y (60).

Según la ley de Gauss de la $\oint_S \mathbf{D}_s \cdot d\mathbf{S}$ se puede obtener el flujo neto hacia fuera de una densidad de flujo \mathbf{D}_s desde una superficie cerrada \mathbf{S} . Maxwell estableció que el flujo eléctrico por unidad de volumen que sale de un pequeño volumen unitario es exactamente igual a la densidad de carga volumétrica que existe en él. Esta ecuación se conoce como la forma diferencial de la ley de Gauss o como la primera ecuación de Maxwell y se expresa de la siguiente forma

$$\nabla \cdot \mathbf{D} = \rho_v \quad (66)$$

Existe una herramienta matemática que relaciona tanto la ley de Gauss como la primera ecuación de Maxwell y se llama el Teorema de la Divergencia. Éste define que la “integral de la componente normal de cualquier vector campo sobre una superficie cerrada es igual a la integral de la divergencia de ese vector campo a través del volumen encerrado por la superficie cerrada”. Su expresión matemática es la siguiente

$$\oint_S \mathbf{D}_s \cdot d\mathbf{S} = \int_{vol} \nabla \cdot \mathbf{D} dv \quad (67)$$

Se plantea el siguiente ejemplo para comprobar la aplicabilidad del teorema de la divergencia para el estudio de campos eléctricos.

2.3.5 POTENCIAL ELÉCTRICO

El potencial eléctrico es la cantidad de uso práctico en problemas de ingeniería eléctrica, electrónica y de telecomunicaciones, ésta cantidad es tangible y se puede tildar como la interacción entre lo teórico y lo práctico, su principal relación es con el campo eléctrico.

Antes de iniciar con potencial eléctrico cabe recordar que la intensidad de campo eléctrico se definió como la fuerza por cada unidad de carga ejercida sobre una pequeña carga de prueba unitaria ubicada en el punto en donde se desea encontrar el valor de este vector campo. Si se intenta desplazar la carga de prueba en contra del campo eléctrico, se tiene que aplicar una fuerza igual y opuesta a la ejercida por el campo, lo que implica un gasto de energía para que se pueda realizar un trabajo. La fuerza Q ejercida por el campo es.

$$F_E = QE \quad (68)$$

Ahora supóngase que se quiere mover una carga puntual Q del punto A al punto B, en un campo eléctrico, el trabajo realizado para desplazar la carga por un dL es:

$$dW = -Fdl = -QE \cdot dl \quad (69)$$

El signo negativo indica que el trabajo lo realiza un agente externo, por tanto el trabajo total realizado, o la energía potencial requerida, para mover Q de A a B esta dado por:

$$W = -Q \int_A^B E \cdot dL \quad (70)$$

Habiendo hablado de trabajo (W) se introduce ahora el concepto de diferencia de potencial, que no es otra cosa que trabajo (energía de potencial) por unidad de

carga, entonces la diferencia de potencial entre los puntos A y B se estima de la siguiente manera:

$$V_{AB} = V_A - V_B = \frac{W}{Q} = - \int_A^B \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} \quad (71)$$

De la ecuación (71) es claro que B es el punto final de la integral y A el punto inicial. Si V_{AB} es negativa, hay una pérdida de energía potencial al mover Q de A a B; esto implica que el trabajo lo realiza el campo. En cambio, si V_{AB} es positiva, hay una ganancia de energía potencia en el movimiento, por tanto es un agente externo el que realiza el trabajo. V_{AB} se mide en joules por Coulomb, y se les llama volts (V).

A veces es conveniente hablar del potencial o del potencial absoluto, que solo significa medir la diferencia de potencial de cada punto con respecto a un punto específico de referencia y que se considera como un potencial igual a cero. Debe llegarse a un acuerdo acerca de la referencia cero si se quiere que el potencial tenga un significado claro. El punto de referencia cero más utilizado para las medidas tanto experimentales como físicas es la tierra, término con el que se denota el potencial de la región superficial de la Tierra misma.

2.3.5.1 Potencial debido a cargas puntuales

El campo eléctrico de una carga puntual Q en un punto P distante r de la carga se determina de acuerdo a la ecuación

$$\mathbf{E} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^2} \mathbf{a}_R \quad (72)$$

Para potenciales debidos a cargas puntuales se toma un potencial nulo en el infinito como referencia (para $r \rightarrow \infty$, $V_{ref}=0$)

El potencial del punto P debido a la carga Q es un escalar y vale:

$$V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} \quad (73)$$

Un campo eléctrico puede representarse por líneas de fuerza, líneas que son tangentes a la dirección del campo en cada uno de sus puntos. El potencial se representa por superficies equipotenciales, superficies que en todos sus puntos tienen el mismo valor de potencial. En la figura 13, se representan las líneas de fuerza de una carga puntual, que son líneas rectas que pasan por la carga y las equipotenciales son las superficies esféricas concéntricas.

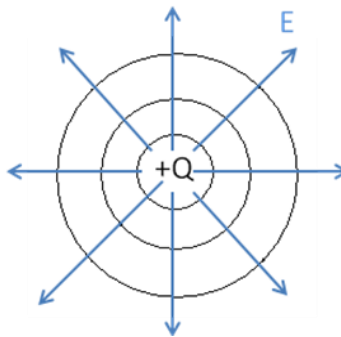


Figura 13. Líneas de campo y superficies equipotenciales para una carga Q .

Fuente: SADIKU M. Elementos de electromagnetismo. Segunda edición

El potencial en un punto P debido a n cargas puntuales Q_1, Q_2, \dots, Q_n , es la suma de los potenciales debidos a cada una de las cargas en dicho punto.

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{Q_1}{R_1} + \frac{Q_2}{R_2} + \dots + \frac{Q_n}{R_n} \right] = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{K=1}^n \frac{Q_k}{R_k} \quad (74)$$

En el caso de las distribuciones de carga se reemplaza Q_k por el elemento de carga correspondiente ($\rho_L dl$, $\rho_S dS$, $\rho_V dv$) y la sumatoria se convierte en integral,

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_L \frac{\rho_L dl}{R} \quad \text{Carga lineal} \quad (75)$$

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_S \frac{\rho_S dS}{R} \quad \text{Carga superficial} \quad (76)$$

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_V \frac{\rho_V dv}{R} \quad \text{Carga volumétrica} \quad (77)$$

En el caso de la determinación del potencial para sistemas de cargas puntuales si el infinito no se elige como referencia cero para el potencial entonces el potencial debe calcularse como:

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r} + C \quad (78)$$

Donde C es una constante que se determina de acuerdo al punto de referencia elegido.

En general el potencial en un punto puede determinarse de dos formas:

- Si se conoce el campo eléctrico \mathbf{E} se emplea

$V = -\int \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} + C$ la diferencia de potencial puede hallarse generalmente a partir de (71).

- Si se conoce la distribución de carga las ecuaciones (75), (76), (77)

Hasta este punto se ha tratado como encontrar la diferencia de potencial a través del campo eléctrico, ahora surge una nueva herramienta que se aplica constantemente al estudio de los campos eléctricos. Permite calcular el campo eléctrico a partir de la diferencia de potencial. Teniendo en cuenta que los casos mencionados hasta este punto, son para aplicaciones más que todo teóricas, ya que, en los problemas de uso práctico la intensidad de campo eléctrico y la distribución de carga son, por lo general, desconocidos. En la mayoría de los problemas reales es más fácil conocer la diferencia de potencial y así poder determinar el campo eléctrico. Se presenta una nueva herramienta conocida como

el gradiente, que aplicada a un escalar, proporciona un vector que apunta en la dirección en la que el campo escalar varía con mayor rapidez. En el estudio de los campos electrostáticos esta relación es:

$$\mathbf{E} = -\text{grad } V \quad (79)$$

El gradiente de V puede ser representado como ∇V .

Es de resaltar que el gradiente se puede trabajar en distintos tipos de coordenadas (cartesianas, esféricas, cilíndricas) que se muestran a continuación:

$$\nabla V = \frac{\partial V}{\partial x} \mathbf{a}_x + \frac{\partial V}{\partial y} \mathbf{a}_y + \frac{\partial V}{\partial z} \mathbf{a}_z \quad \text{Cartesianas} \quad (80)$$

$$\nabla V = \frac{\partial V}{\partial \rho} \mathbf{a}_\rho + \frac{1}{\rho} \frac{\partial V}{\partial \phi} \mathbf{a}_\phi + \frac{\partial V}{\partial z} \mathbf{a}_z \quad \text{Cilíndricas} \quad (81)$$

$$\nabla V = \frac{\partial V}{\partial r} \mathbf{a}_R + \frac{1}{r} \frac{\partial V}{\partial \theta} \mathbf{a}_\theta + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial V}{\partial \phi} \mathbf{a}_\phi \quad \text{Esféricas} \quad (82)$$

Estas coordenadas facilitan los cálculos cuando se va a encontrar el campo eléctrico, puesto que las representaciones (71), (72), (73) se pueden utilizar en los diferentes tipos de configuraciones de cargas. De las mismas ecuaciones se puede deducir que el gradiente es la máxima razón espacial de cambio de una cantidad escalar y proporciona la dirección en la que este máximo ocurre.

3. DISEÑO INSTRUCCIONAL PARA LA ASIGNATURA TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA

Un diseño instruccional es un proceso articulado, en el que se hace un estudio profundo de estrategias y metodologías que hacen más eficiente el proceso de enseñanza-aprendizaje en el que están comprometidos docentes y aprendices. El diseño instruccional tiene como finalidad dar apoyo al proceso de formación, articula las actividades de aprendizaje y gestiona el conocimiento basándose en las TIC, por medio de las cuales se promueve el uso de materiales educativos que hagan agradable y atractivo el proceso enseñanza-aprendizaje a los beneficiarios y se cumpla el cometido formativo.

La metodología seguida en este diseño instruccional está soportada en los lineamientos propuestos por el laboratorio de investigación y desarrollo del CENTIC, equipo humano que ha venido trabajando en el tema a través del Proyecto Soporte al Proceso Educativo mediante Tecnologías de Información y Comunicación (ProSPETIC). En el desarrollo de éste se ha permitido ir optimizando el esquema y contenido del diseño instruccional. Las etapas que se siguen en este proceso y que más adelante se mencionan, son producto del análisis y experiencias recolectados durante todo un proceso con proyectos de grado semejantes, que hoy realimentan y enriquecen el desarrollo de éste.

Un buen desarrollo y análisis metodológico de cada una de las etapas del diseño instruccional, permiten mejores resultados para la elaboración de un objeto de aprendizaje que aporte eficientes y modernas herramientas al educando y al educador, dando un buen soporte al proceso de enseñanza-aprendizaje. Las etapas planteadas por el ProSPETIC que se siguen y realizan en éste proceso son las siguientes: diagrama secuencial de actividades de aprendizaje (DSA²),

estructuración modular, tabla de saberes, planeación curricular y guía de medios didácticos. Ver figura 14.

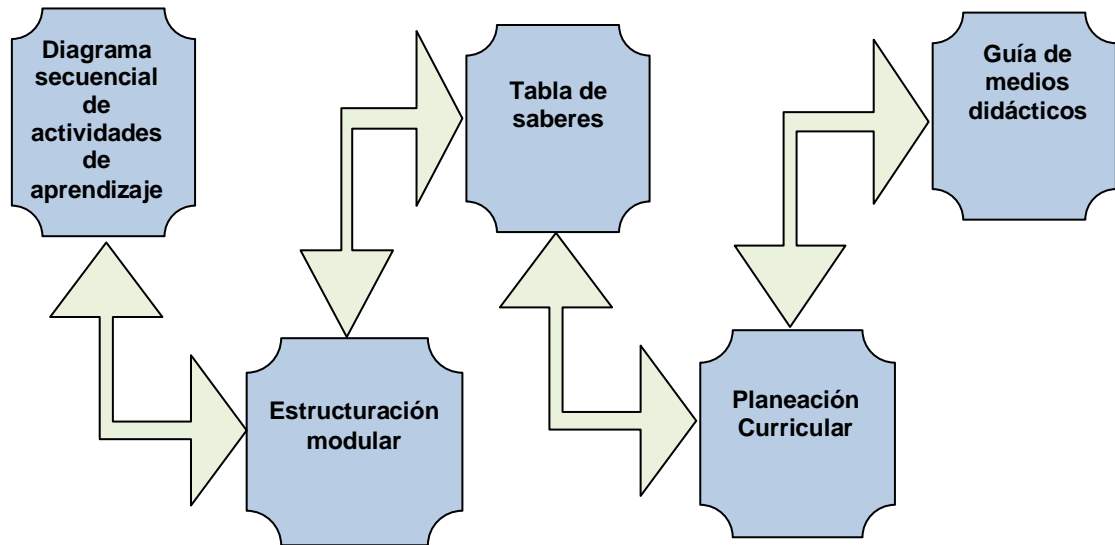


Figura 14. Etapas del diseño instruccional.

Fuente: Autoría de los desarrolladores

El desarrollo de este diseño instruccional va dirigido a estudiantes y profesores de la Universidad Industrial de Santander que pretendan abordar el currículo de la asignatura teoría electromagnética.

3.1 CONFORMACION DE EQUIPO DE TRABAJO

Para el desarrollo del presente proyecto fue necesario conformar un grupo de trabajo de la siguiente manera:

- **Director experto temático:** Ing. MPE Julio César Chacón Velasco. Docente Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones.
- **Codirector-coordinador tecnológico:** Ing. Paola Carolina Espinosa Rodríguez. Laboratorio de investigación y desarrollo CENTIC.

- **Metodólogo:** Ing. Edwin Humberto Gómez Jiménez. Laboratorio de investigación y desarrollo CENTIC.
- **Orientador pedagógico:** Psicopedagoga Kelly Johana Gómez Jiménez. Laboratorio de investigación y desarrollo CENTIC
- **Desarrolladores:** Oscar Julián Ariza Torres. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Julián David Puerto Leguizamón. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones.

3.2 DIAGRAMA SECUENCIAL DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE (DSA²).

El DSA² es una estructura que muestra a través del planteamiento de actividades de aprendizaje la secuencialidad y distribución del conocimiento a partir de los contenidos propuestos para la asignatura. En éste se plantean relaciones tales como: dependencia, preconcepto, transversalidad, causa/consecuencia y paralelismo que permiten la descripción de los contenidos y hacen legible el diagrama.

La construcción del DSA² de la asignatura teoría electromagnética se realizó en los siguientes pasos:

- Selección de contenidos temáticos generales.
- Identificación del objetivo de aprendizaje.
- Planteamiento de las actividades de aprendizaje.

3.2.1 Selección de contenidos temáticos generales.

La selección de los contenidos temáticos generales se hizo en base a la pericia temática del docente y al actual plan de estudios de la asignatura Teoría de la electromagnética de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y

Telecomunicaciones (ver anexo 7). Se lista a continuación los contenidos temáticos seleccionados:

- Álgebra vectorial y sistemas de coordenadas.
- Campos electrostáticos.
- Campos magnetostáticos.
- Campos electromagnéticos variables en el tiempo.
- Ondas electromagnéticas.

3.2.2 Identificación del objetivo de aprendizaje.

En conjunto con el docente, se desarrolló el planteamiento del objetivo de aprendizaje de la asignatura, se tuvo en cuenta la habilidad cognitiva y la destreza que obtendrá el estudiante para su profesión al cursar la asignatura teoría electromagnética.

El objetivo de aprendizaje se definió como la capacidad para: *“Adquirir los conocimientos básicos acerca de los campos electromagnéticos que le permitan al estudiante comprender las aplicaciones en temas de ingeniería eléctrica y electrónica”*.

3.2.3 Planteamiento de las actividades de aprendizaje

Una vez identificado el objetivo de aprendizaje de la asignatura se plantearon las actividades de aprendizaje que le dan cumplimiento. Para el planteamiento de dichas actividades, se tuvo en cuenta la premisa de ir de lo general a lo particular, siempre manteniendo en la redacción una estructura gramatical uniforme de verbo + objeto + condición. Esto con el fin de mantener la consistencia en los enunciados y facilitar más adelante la asociación entre actividades de aprendizaje.

Las Actividades de aprendizaje están relacionadas entre sí por la siguiente nomenclatura:

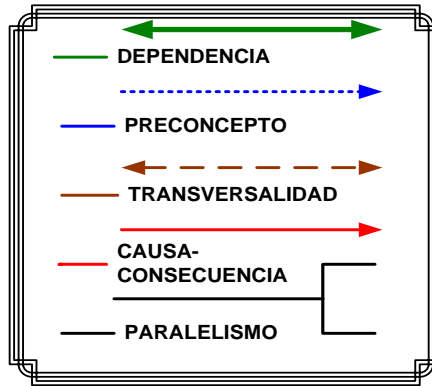


Figura 15. Nomenclatura usada en el DSA².

Fuente: Autoría de los desarrolladores

La relación de dependencia indica que un concepto es mutuamente necesario de otro, es decir, un concepto complementa el conocimiento ofrecido por el otro. En la figura 16 se muestra un ejemplo de dependencia entre las actividades: estudiar las leyes fundamentales que rigen la electrostática y estudiar las leyes fundamentales que rigen la magnetostática. Estas dos actividades presentan una dependencia mutua debida a su analogía.

La relación de preconcepto indica la necesidad de un concepto previo antes de abordar un tema nuevo en el proceso de enseñanza aprendizaje. En la figura 16 se observa que para introducir los cambios que se realizan a las leyes de la electrostática por la aparición de nuevos medios materiales se necesita aplicar los conceptos previos de la electrostática en el vacío.

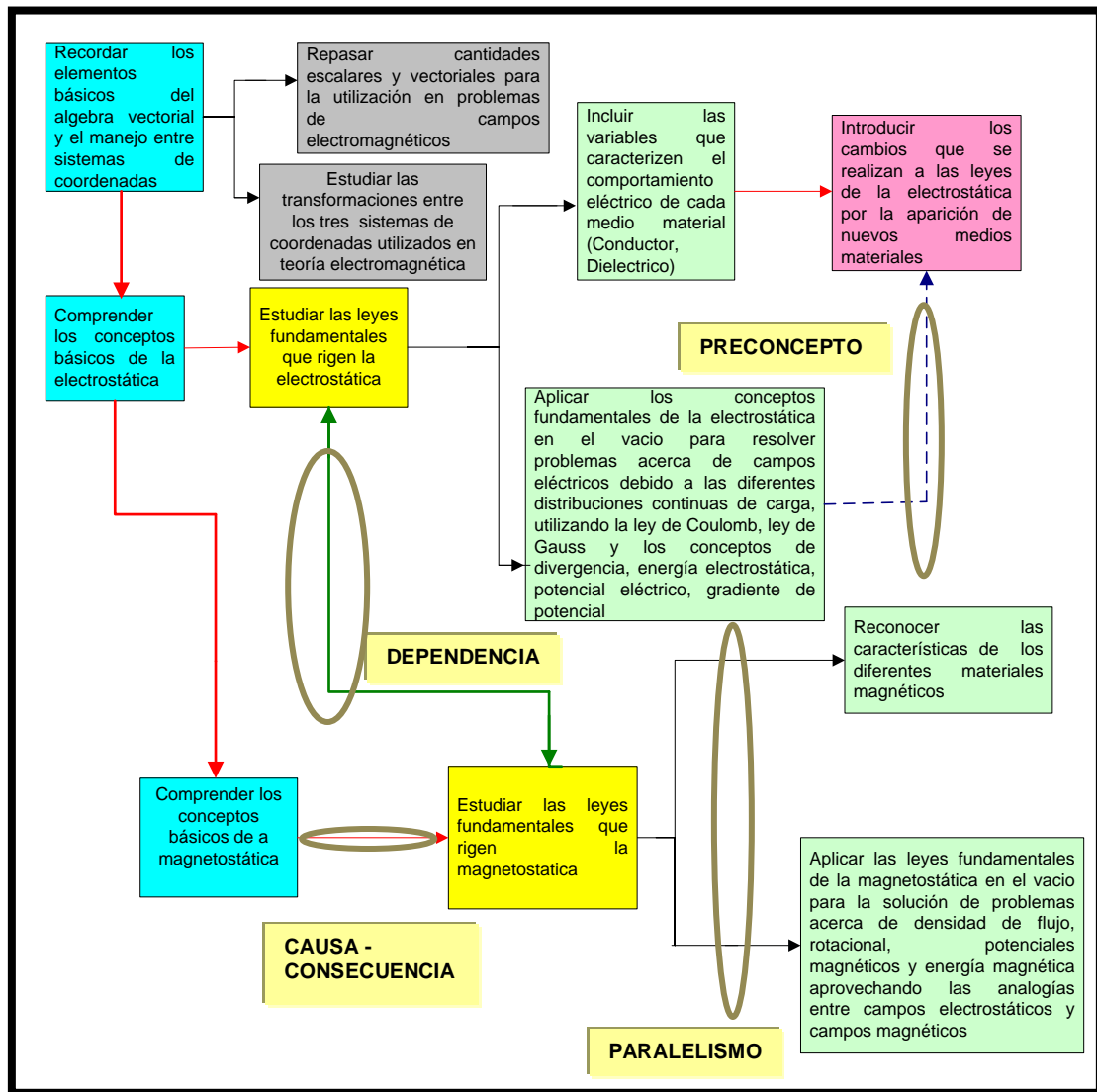


Figura 16. Ejemplificación de las relaciones de dependencia, causa-consecuencia, paralelismo y preconcepto.

Fuente: Imagen del DSA² de la asignatura teoría electromagnética

La relación de causa consecuencia como su nombre lo indica se refiere a que la actividad ubicada al inicio de la flecha es causal de la actividad al final de la misma o escrito de otra forma, que la actividad al final de la flecha es la consecuencia de haber adquirido el conocimiento de la actividad al inicio de la flecha. En la figura 16 se ilustra un ejemplo de causa consecuencia en donde la actividad

“comprender los conceptos básicos de la magnetostática” es el causal de “estudiar las leyes fundamentales que rigen la magnetostática”.

La relación paralelismo permite la desagregación de un tema principal en temas de igual importancia, los cuales se pueden abordar en distinto orden cronológico sin afectar el proceso de enseñanza aprendizaje. En la Figura 16 se muestra la relación de paralelismo.

La relación de transversalidad es útil en el DSA² ya que evita la redundancia de contenidos y permite que una actividad sea común a varias sin necesidad de describirse en todas. En la figura 17 se observa un ejemplo de transversalidad ya que la actividad “comprender las ecuaciones de Maxwell para diferentes medios” permite referenciar las ecuaciones de Maxwell en diferentes espacios de tiempo en otras actividades y así evitar la redundancia de contenidos.

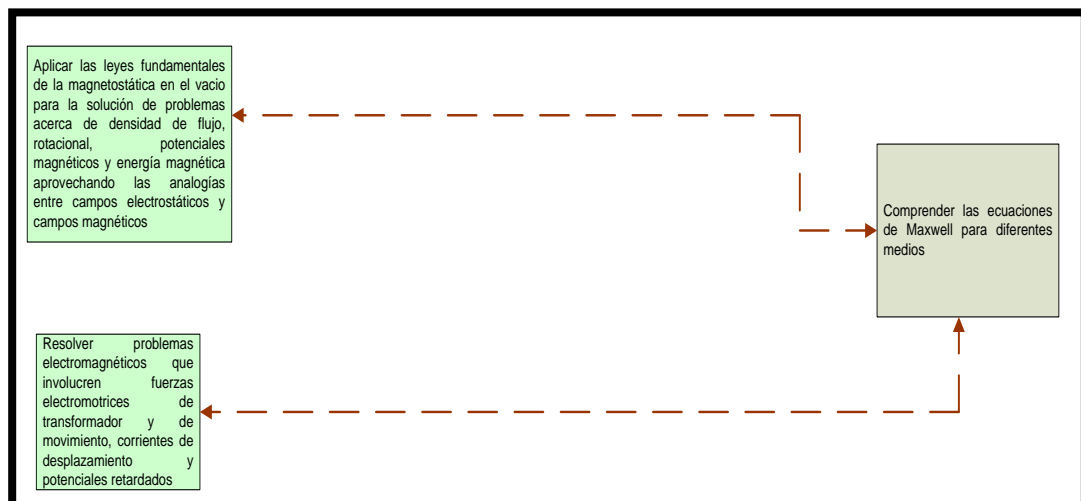


Figura 17. Relación de transversalidad.

Fuente: Autoría de los desarrolladores

Una vez establecidas las actividades de aprendizaje y su interrelación, se obtuvo el DSA² de la asignatura Teoría electromagnética, que describe de izquierda a derecha todas aquellas actividades de aprendizaje que responden a la pregunta ¿Cómo aprendo?, y finalmente de derecha a izquierda aquellas actividades de aprendizaje que responden a la pregunta ¿Para qué del aprendizaje alcanzado?. Lo anterior se muestra en un fragmento del DSA² en la figura 18.

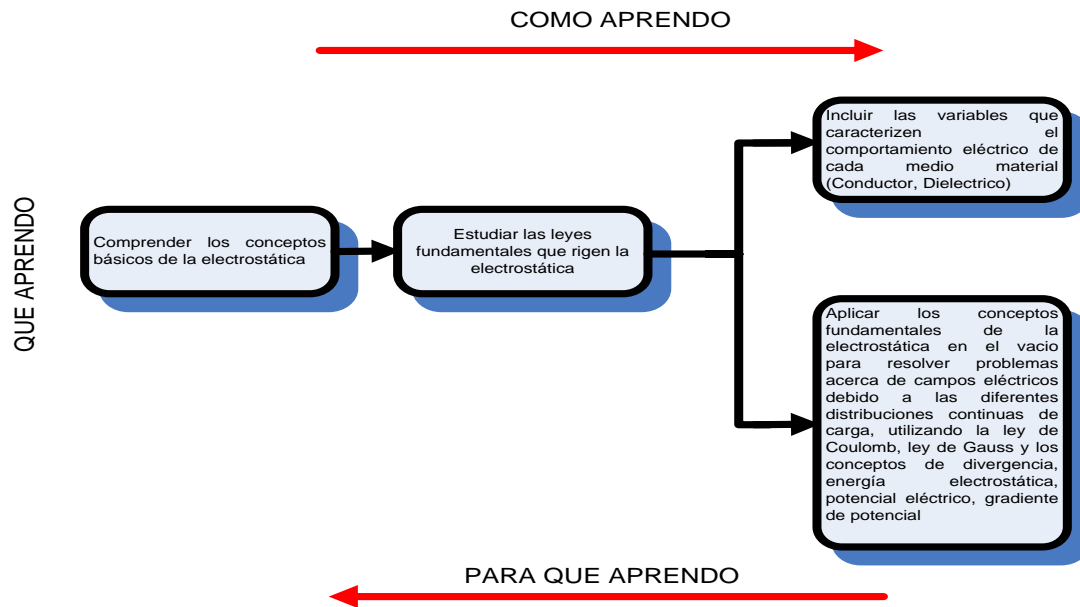


Figura 18. Fragmento del DSA² de la asignatura Teoría electromagnética.

Fuente: Autoría de los desarrolladores

3.3 ESTRUCTURACION MODULAR

Es una estructura que presenta los contenidos de forma jerárquica, en ésta se identifican módulos de formación que encierran áreas de conocimiento, dichas áreas son acotables (unidades de formación), formativas (actividades de formación) y medibles (propósitos). Estos niveles se observan en la siguiente grafica:

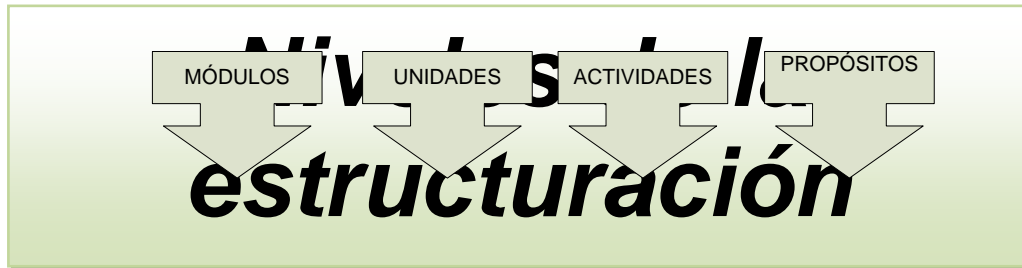


Figura 19. Niveles de desagregación de la estructuración modular

Fuente: Autoría de los desarrolladores

Para el planteamiento de los niveles siempre se mantiene una relación causa consecuencia horizontalmente, y secuencialidad de forma vertical. La relación de secuencialidad representa el desarrollo lógico de la desagregación de los conceptos previos, que se deben tener para abarcar cada uno de los contenidos temáticos siguientes.

A continuación se argumentan y explican cada uno de los niveles en los cuales se desagrega la estructuración modular.

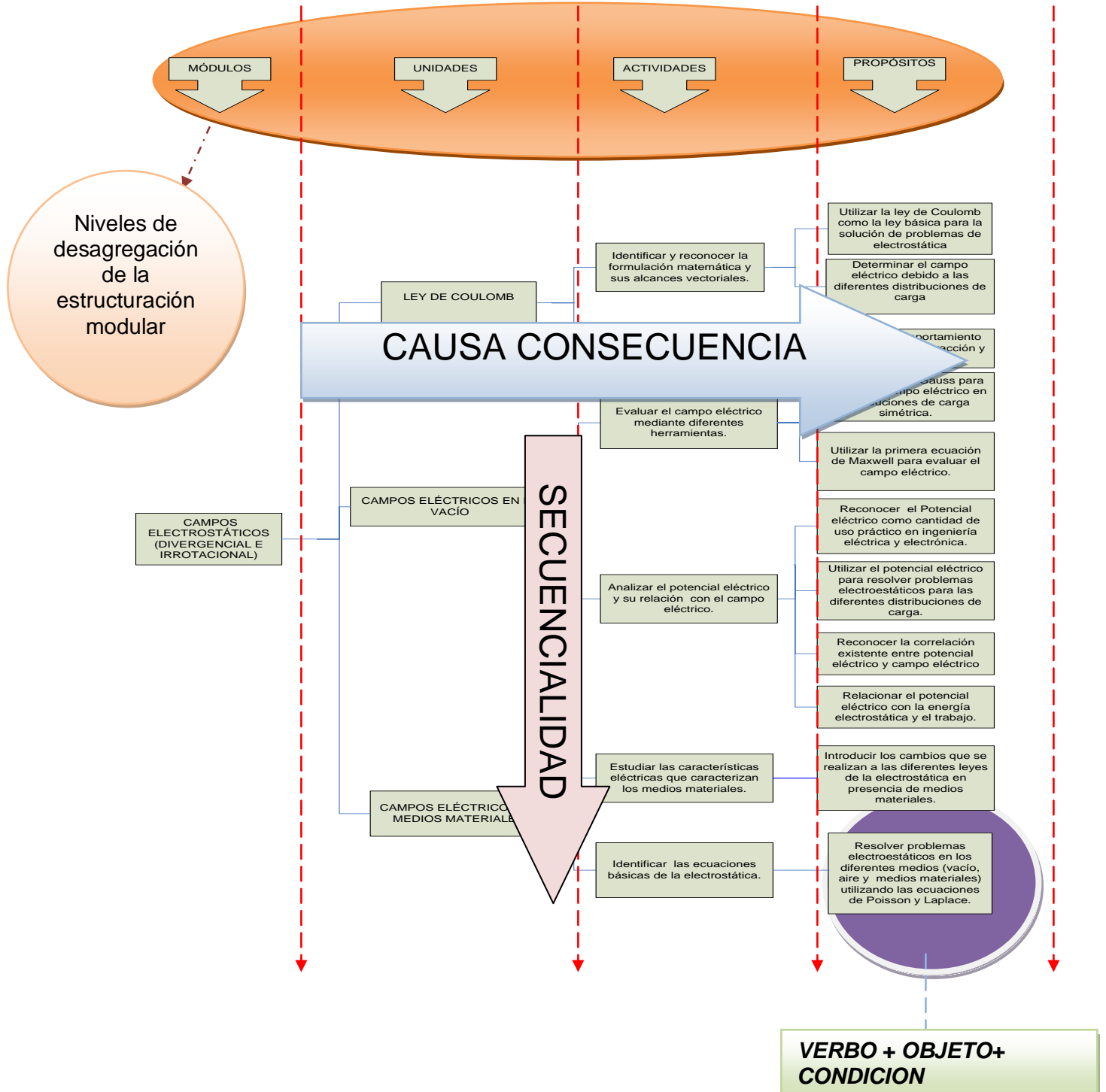


Figura 20. Fragmento de la estructuración modular de la asignatura teoría electromagnética.

Fuente: Estructuración modular de la asignatura teoría electromagnética

3.3.1 Módulos de formación

Un módulo de formación es un elemento particular de un diseño basado en competencias, que denota un área de conocimiento autónoma y general, que complementados con los otros módulos y los demás niveles completan la estructuración modular de un diseño instruccional. En la asignatura Teoría electromagnética se tienen cuatro importantes módulos, los cuales encierran el contexto general de toda la temática. Éstos son:

- Campos electrostáticos (divergencial e irrotacional).
- Campos magnetostáticos (rotacional y no divergencial).
- Campos electromagnéticos variables en el tiempo.
- Ondas Electromagnéticas.

3.3.2 Unidades de formación

Las unidades de formación delimitan los módulos, haciendo un desglose en contenidos más específicos que abarquen las áreas de conocimiento. Como ejemplo, el modulo “campos electrostáticos (divergencial e irrotacional)” se desglosa en las siguientes unidades de formación: ley de Coulomb, campos eléctricos en el vacío, campos eléctricos en medios materiales. Ver figura 20.

3.3.3 Actividades de formación.

En ellas se plantean los alcances que el docente y los desarrolladores estiman dentro de la unidad de formación. Para el planteamiento de las actividades de formación se tuvo en cuenta los niveles del dominio cognitivo de la taxonomía de Bloom, esto con el fin de obtener los verbos adecuados que permitan una mejor descripción en la conducta o alcance esperado en el desarrollo de la actividad.

En la figura 21, se observa que para la unidad “LEY DE COULOMB” se desagrega la siguiente actividad: “**Identificar** y **reconocer** la formulación matemática y sus alcances vectoriales”. El objetivo de esta actividad se basa en la recordación de información, por ello los verbos que se encuentran en ésta, se clasifican según Bloom en el “nivel de conocimiento”.

3.3.4 Propósitos

Estos plantean la capacidad adquirida por el estudiante al finalizar del módulo. Para éste se utilizan verbos que puedan ser evaluables, por ejemplo:

Como se observa en la figura 21, se desagregan tres propósitos de la actividad “identificar y reconocer la formulación matemática y sus alcances vectoriales”. En éstos se encuentran los verbos *utilizar*, *determinar* y *reconocer*, los cuales hacen medible el módulo campos electrostáticos (divergencial e irrotacional) para la unidad ley de Coulomb.

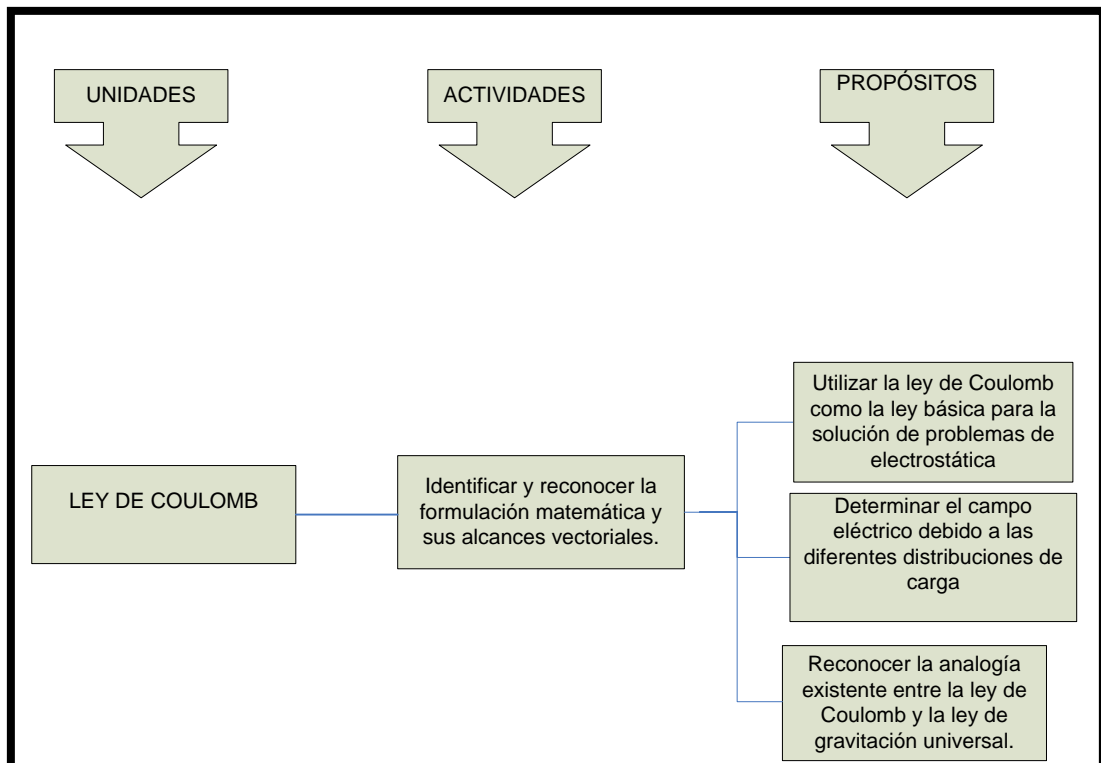


Figura 21. Actividades y propósitos referentes a la unidad ley de Coulomb

Fuente: Estructuración modular de la asignatura teoría electromagnética

3.4 TABLA DE SABERES– HACERES

El planteamiento de los saberes se realizó a partir de los módulos de formación, para los cuales se clasificaron las competencias que se desean desarrollar en los estudiantes. El establecimiento de dichas competencias se realizó teniendo en cuenta que estas pueden ser:

- Conceptuales (Saber): Se representan en los hechos, teorías y principios de conocimiento, que pretenden desarrollar las habilidades intelectuales en el estudiante. Estas competencias responden a la pregunta ¿que debe aprender el estudiante?
- Procedimentales (saber hacer): Son aquellas habilidades, técnicas, destrezas, métodos y procedimientos, que se pretenden desarrollar en el aprendizaje del estudiante. Estas competencias responden a la pregunta ¿para qué lo aprende? y/o ¿Cómo lo aprende?

La tabla de saberes-haceres cumple con las siguientes características:

- Los saberes se agrupan por afinidad temática con el fin que los estudiantes alcancen las competencias relacionadas con esta.
- Los saberes utilizan verbos medibles y observables que describan acciones concretas y para las cuales se les pueda formular indicadores.
- Verticalmente los saberes se relacionan de forma secuencial, lo cual representa el desarrollo lógico en la desagregación de los conceptos previos que se deben tener para poder abarcar los siguientes contenidos temáticos.
- De forma horizontal se debe mantener la relación de causa-consecuencia entre las competencias conceptuales y procedimentales.

- Los saberes se listan con números naturales a partir del 1 y así sucesivamente sin romper la continuidad, los haceres se enumeran con letras a partir de la "a", si se terminan las letras del abecedario se debe utilizar una notación similar a la manejada en las columnas del MSEXcel (x, y, z, aa, ab, ac, ad,...).
- Los haceres se relacionan con los saberes colocando en frente de cada hacer el número del saber o saberes con los cuales es posible el saber hacer.

En la figura 22 se muestra un fragmento de la tabla de saberes de la asignatura teoría electromagnética, la cual siguiendo con lo mencionado anteriormente se establecen las competencias representadas por los saberes que se deben desarrollar en los estudiantes para el contenido Ley de Coulomb.

Hay cinco competencias conceptuales numeradas del uno al cinco y las cuales responden a la pregunta ¿que debe aprender el estudiante?, estas son:

1. Reconocer los alcances vectoriales y la formulación matemática de ésta ley.
2. Definir el comportamiento del campo eléctrico a partir de la ley de Coulomb.
3. Analizar problemas de campos eléctricos en el vacío debidos a diferentes distribuciones de carga.
4. Observar la analogía existente entre la ley de Coulomb y la ley de gravitación universal.

5. Destacar que existen dos fuerzas diferentes de atracción y repulsión.

Al plantear las competencias procedimentales a las anteriores cinco competencias conceptuales, se debe tener en cuenta la respuesta a la pregunta ¿para qué lo aprende?, es decir para que adquirir los conocimientos teóricos (saber hacer) relacionados con la Ley de Coulomb. En base a esto estas son las competencias prácticas a desarrollar en el estudiante:

- a) Emplear la ley de Coulomb para la solución de problemas relacionados con campos eléctricos en el vacío (1, 3, 4, 5).
- b) Utilizar dicha ley para el estudio de campos eléctricos debidos a diferentes distribuciones de carga (1, 2, 3).



TEORIA ELECTROMAGNETICA		TABLA DE SABERES
		
CAMPOS ELECTROSTÁTICOS (DIVERGENCIAL E IRROTACIONAL)		
CONTENIDOS	SABER	HACER
<ul style="list-style-type: none"> Ley de Coulomb 	<ol style="list-style-type: none"> Reconocer los alcances vectoriales y la formulación matemática de ésta ley. Definir el comportamiento del campo eléctrico a partir de la ley de Coulomb. Analizar problemas de campos eléctricos en el vacío debidos a diferentes distribuciones de carga. Observar la analogía existente entre la ley de Coulomb y la ley de gravitación universal. Destacar que existen dos fuerzas diferentes de atracción y repulsión. 	<ol style="list-style-type: none"> Emplear la ley de Coulomb para la solución de problemas relacionados con campos eléctricos en el vacío (1, 3, 4, 5). Utilizar dicha ley para el estudio de campos eléctricos debidos a diferentes distribuciones de carga (1, 2, 3).
<ul style="list-style-type: none"> Ley de Gauss 	<ol style="list-style-type: none"> Identificar la formulación matemática de la ley de Gauss. Describir la relación existente entre campo eléctrico y densidad de flujo eléctrico a través de la permitividad eléctrica. Interpretar las analogías existentes entre flujo eléctrico y la mecánica de fluidos. Reconocer la ley de Gauss como herramienta para la solución de problemas de campos eléctricos. Estudiar la aplicación matemática de la ley de Gauss en los problemas de ingeniería. 	<ol style="list-style-type: none"> Utilizar la ley de Gauss para el estudio de campos eléctricos debidos a distribuciones de carga simétricas (6, 7, 9). Calcular el flujo eléctrico que pasa a través de cualquier superficie cerrada para el desarrollo de problemas de ingeniería (6, 8, 9, 10). Emplear la ley de Gauss en conjunto con la teoría del campo para evaluar campos eléctricos debidos a distribuciones asimétricas (6, 9, 10).

Figura 22. Fragmento de la tabla de saberes-haceres de la asignatura Teoría Electromagnética.

3.5 PLANEACION CURRICULAR

La planeación curricular se considera la etapa más importante en elementos del currículo ya que es el acercamiento real a los sucesos y vivencias del desarrollo de la asignatura, fue desarrollada bajo la orientación de la pedagoga del laboratorio de I+D del CENTIC.

La planeación curricular de la asignatura teoría electromagnética presenta las siguientes características:



- Se incluyen escenarios y tiempos en donde se va a desarrollar lo establecido en la propuesta metodológica, las estrategias de enseñanza aprendizaje, las técnicas, estrategias de evaluación y el enfoque del diseño.

En cuanto a la selección de los escenarios, ésta se hace teniendo en cuenta diversos factores relevantes para el aprendizaje. Los escenarios planteados giran esencialmente en el estudio analítico de la asignatura, tales con el salón de clase, la biblioteca y otros; debido al carácter teórico de la misma.

- Las estrategias de enseñanza aprendizaje se plantean de acuerdo al personal que van dirigidas y a sus competencias. Estas estrategias asociadas con un grupo de actividades tienen como fin mostrar un panorama de acción en el cual el docente pueda basarse para obtener en el estudiante el aprendizaje esperado y poder medir dichas competencias. La utilización de las estrategias de enseñanza aprendizaje se encuentran argumentadas en el anexo 4.

- Se utilizan métodos y técnicas de aprendizaje tanto tradicionales como los que están a la vanguardia con las TIC's, estos enriquecen el desarrollo de materiales didácticos y facilitan el cumplimiento de las actividades de formación propuestas.
- Los instrumentos de evaluación son alternativas que se toman para crear evidencias de aprendizaje y cuantificar resultados, en ellas se tiene en cuenta los propósitos, las estrategias y el contenido temático de la asignatura. En el proceso de selección de los instrumentos de evaluación para cada una de las estrategias de enseñanza aprendizaje, se decidió definir los instrumentos utilizados y asociarlos a las técnicas. Dichos instrumentos se relacionan por medio de números que señalan la técnica en la cual van a ser utilizados y además se justifica la utilización de cada uno de ellos.
- En el marco de la planeación además de argumentarse el por qué del enfoque hacia el aprendizaje significativo, también se muestran las competencias transversales que están implícitas a lo largo de toda la planeación.

A continuación se muestra parte de la planeación curricular final:

TEORIA ELECTROMAGNETICA	
PLANEACION CURRICULAR	
 <p>Enfoque: El estudio y análisis de esta planeación curricular está dirigido hacia el aprendizaje significativo ya que en la asignatura Teoría Electromagnética se busca apoyar el desarrollo cognitivo de los estudiantes con el fin de asociar y transferir conocimientos, además generar experiencias de aprendizaje haciendo una interiorización de conocimientos, habilidades y destrezas, con la estimulación de técnicas que complementen e enriquezcan el proceso de enseñanza aprendizaje.</p> 	
Escenarios	Tiempo (horas)
<ul style="list-style-type: none"> Salón de clase Externo: biblioteca, internet, casa, centro de estudios y CENTIC. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 64 ✓ 128

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE	TECNICAS	INSTRUMENTOS DE EVALUACION
<p>➤ Aprendizaje individual</p> <p>Con esta estrategia se busca desarrollar en los estudiantes, sus funciones individuales de reflexión, análisis y comprensión de los contenidos de la asignatura Teoría electromagnética.</p>	<ol style="list-style-type: none"> Consulta: Este método de aprendizaje dentro del aprendizaje individual está orientado a crear iniciativas de reflexión y generar dudas en el estudiante acerca de los temas de consulta. Esta consulta va dirigida al estudio previo por parte de los estudiantes antes de abordar los contenidos, con el fin de crear una idea de lo que se va a afrontar y a su vez fomentar el espíritu investigativo de los alumnos. Resolución y análisis de problemas: Debido a que la asignatura es mas de carácter teórico que práctico, la resolución y el análisis de problemas para el aprendizaje individual es una técnica de aprendizaje que desarrolla en el estudiante la capacidad de análisis y comprensión de los contenidos temáticos, además crea en él la 	<p>Informe [1]</p> <p>El informe es un instrumento que mide el grado de comprensión de algún contenido, por ello es planteado como herramienta de evaluación de la consulta.</p>

Figura 23. Parte de la planeación curricular para la asignatura Teoría Electromagnética.

Fuente. Planeación curricular para la asignatura Teoría Electromagnética (autoría de los desarrolladores)

3.6 GUIA DE MEDIOS

La guía de medios fue anexada al desarrollo de este trabajo como preámbulo para el desarrollo del objeto de aprendizaje, en ella se plasman todos los recursos que va a llevar dicho objeto. Los recursos allí propuestos son el resultado de un estudio al currículo, así como también un análisis del contenido de la temática y de los diferentes estilos y estrategias de aprendizaje. El conjunto de todas estas herramientas de aprendizaje brindan al estudiante un soporte didáctico para el contenido temático “*Campos electrostáticos en el vacío*”. La guía de medios se propuso para el 50 % de la asignatura y se puede ver en el anexo 5.

Para algunos de los contenidos se propusieron y realizaron todos los tipos de recursos con los que cuenta la plantilla asociada a la plataforma e-escen@ri (“audios, videos, pdf’s, gráficos, simuladores e información de soporte”). Los contenidos a los que se le desarrollaron recursos, son los contenidos necesarios para cumplir con las actividades de formación planteadas en la estructuración modular y correspondientes a la temática fundamentos básicos de electromagnetismo (campos electrostáticos en el vacío). En la figura 24 se muestra el formato de la guía de medios.

Actividad estructuración modular

 CONSTRUIMOS FUTURO	GUIA DE MEDIOS DIDÁCTICOS TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA	 Centro de Tecnología de Simulación y Animación
Actividad 1: Identificar y reconocer la formulación matemática y sus alcances vectoriales.		
<ul style="list-style-type: none"> Ley de Coulomb e intensidad de campo 	<p>NÚCLEO DE CONOCIMIENTO: En éste núcleo se plasma una idea general de la ley de Coulomb identificando su analogía con la ley de gravitación universal y una introducción al concepto de intensidad de campo. Y lleva un gráfico que muestra las posibles fuerzas que experimentan las cargas eléctricas y las variables necesarias para determinarlas.</p> <ul style="list-style-type: none"> PDF: Documento en el cual se explica detalladamente (reseña histórica, formulación matemática y alcance vectorial) la Ley de Coulomb, la analogía con la Ley de gravitación universal, por último explicara el concepto de intensidad de campo y su relación con la ley de Coulomb. VIDEO: Se realizan dos videos. Uno producido por los desarrolladores en conjunto con el experto temático, en el cual él plasma la representación matemática de la ley y sus alcances vectoriales y sus principales características. El segundo es un video editado de un programa llamado The mechanical universe and beyond que describe matemáticamente la ley de Coulomb y su analogía con la ley de gravitación universal. APLICACIÓN: Se presentará una aplicación en la cual se observa la fuerza que ejerce una carga fija sobre otra de prueba representando magnitud y dirección del efecto resultante (campo eléctrico). El usuario será quien decide la ubicación de la carga de prueba y además el valor y la ubicación de las cargas adicionales. ANIMACIÓN: Se mostrará una animación con su respectivo audio, en la que se plasme una idea clara de la fuerza que ejercen dos cargas puntuales de igual polaridad, además ésta animación muestra una idea básica de cómo la fuerza eléctrica depende del cuadrado de la distancia al igual que la ley de gravitación universal, además de esto se percibirá la analogía con la ley de gravitación universal. 	

Contenido

Recursos de aprendizaje

Figura 24. Parte de la guía de medios didácticos para la asignatura teoría electromagnética.

Fuente. Guía de medios didácticos para la asignatura teoría electromagnética (autoría de los desarrolladores)

4. DISEÑO Y DESARROLLO DEL OBJETO DE APRENDIZAJE

Una vez conocidos los fundamentos para la producción de los objetos de aprendizaje, se describirá la forma como se elaboró el diseño y el desarrollo de un objeto de aprendizaje relacionado con la temática fundamentos básicos (electrostática en el vacío) de electromagnetismo de la asignatura Teoría Electromagnética.

En el diseño y desarrollo de este objeto de aprendizaje se tomó en cuenta la guía de medios didácticos, que es el producto del estudio de las actividades de enseñanza – aprendizaje para la creación de materiales didácticos, los cuales deben dar soporte al cumplimiento de los propósitos establecidos para dichas actividades.

4.1 Plataforma educativa institucional e-ESCEN@RIuis

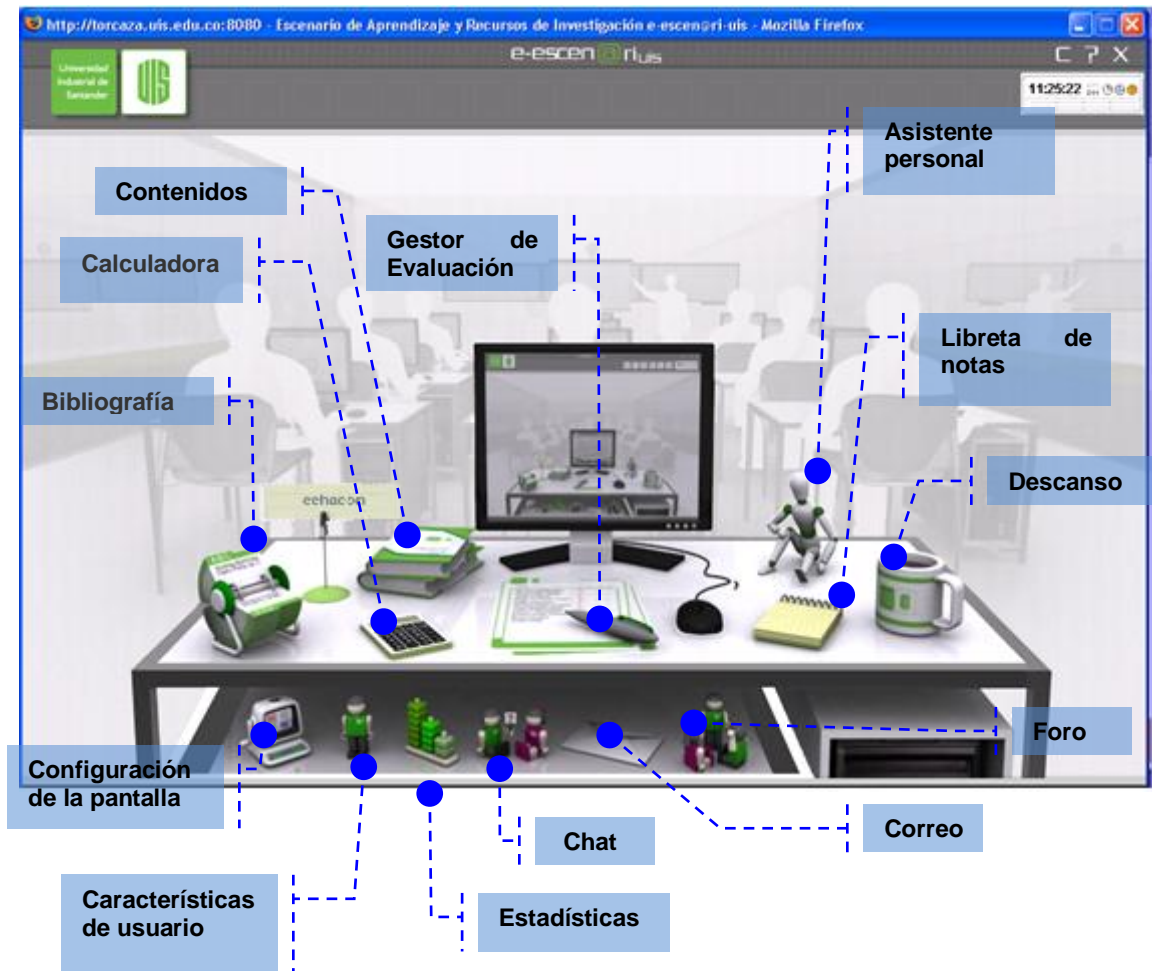


Figura 25. Escritorio de trabajo del e-escen@ri

Fuente: Escritorio plataforma educativa e-escenari

La plataforma educativa e-escen@ri es desarrollada por la UIS a través del proyecto ProSPETIC, es un escenario electrónico que contiene gran variedad de recursos de aprendizaje e investigación, apoya el aprendizaje significativo y permite aprovechar las ventajas ofrecidas por las tecnologías de información y comunicación. Está fundamentada en las premisas de la ingeniería instruccional y soportada en los estándares e-learning.

La interfaz desarrollada por el ProSPETIC para la plataforma, brinda al usuario un escenario ameno e innovador en el ámbito educativo, que crea una cultura de trabajo en la red. Permite estructurar los recursos utilizados como soporte en el proceso de enseñanza aprendizaje, promover el espíritu investigativo e incrementar la interactividad en la comunicación entre estudiantes y profesores. Su entorno gráfico está compuesto por un escritorio virtual complementado de una cantidad de herramientas que soportan el proceso de enseñanza aprendizaje.

El conjunto de las herramientas hacen que el estudiante encuentre en la interfaz lo necesario para hacer óptimo su proceso de aprendizaje. La interfaz es de fácil utilización, puede accederse a ella en cualquier parte del mundo y es compatible con cualquier explorador. La forma como se brindan los contenidos temáticos en la plataforma está soportada por estrategias y estilos de aprendizaje, que permiten al estudiante encontrar allí las temáticas necesarias, contenidas en gran variedad de recursos que se han desarrollado teniendo en cuenta los diferentes estilos y formas de aprendizaje.

La utilización de la plataforma en el proceso de aprendizaje de la asignatura teoría electromagnética, desarrolla y mantiene el aprendizaje en línea, creando un sistema de educación basado en conocimiento que ofrece el soporte pedagógico y tecnológico necesario para abarcar todo el contenido temático de la asignatura. Ésta pertenece al núcleo básico de las Ingenierías Eléctrica y Electrónica, y su temática es en su mayor parte de tipo teórica. Algunas de las herramientas que se ofrecen en la plataforma son las siguientes:

- ✓ Contenido
- ✓ Gestor de evaluación
- ✓ Asistente personal
- ✓ Libreta de notas

- ✓ Descanso
- ✓ Foro
- ✓ Correo
- ✓ Chat
- ✓ Estadísticas
- ✓ Características de usuario
- ✓ Configuración de pantalla
- ✓ Bibliografía
- ✓ Calculadora

Contenido

El laboratorio I+D del CENTIC pretende a corto plazo albergar en la plataforma los objetos de aprendizaje desarrollados, de modo que por medio del link de contenido se pueda acceder a dichos objetos.

Con el navegador se puede acceder a todos los contenidos de la asignatura teoría electromagnética y a cada uno de sus recursos asociados. Al lado derecho de la plantilla de exploración se encuentra una barra de herramientas que funciona como un navegador para los recursos de aprendizaje de cada tema. En ella se encuentran los link de cada uno de los recursos con los que cuenta el tema seleccionado (“audios, videos, documentos soporte, gráficos, simuladores e información de soporte”). Esta barra de herramientas se destaca en la gráfica 26.



Link de contenido

TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA

1. Algunos fenómenos físicos de las condensadas

2. Campos electrostáticos (divergencial e irrotacional)

2.1. Ley de Coulomb e intensidad de campo

2.2. Campos eléctricos debidos a distribuciones continuas de carga

2.3. Ley de Gauss

2.4. Ecuación de Maxwell. Divergencia

2.5. Potencial eléctrico

2.6. Campos eléctricos en medios materiales - *activo*

2.7. Ecuaciones de Poisson y de Laplace - *activo*

3. Campos magnetostáticos (irrotacional y no divergencial) - *activo*

4. Campos electromagnéticos variables en el tiempo - *activo*

Ley de Coulomb

1) REPULSIÓN

2) ATRACCIÓN

La ley de Coulomb establece que la magnitud de cada una de las fuerzas eléctricas con que interactúan dos cargas puntuales en reposo, es directamente proporcional al producto de la magnitud de éstas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa. Se pueden identificar dos tipos de fuerzas (repulsión y atracción) como se muestra en la gráfica superior.

Si se considera una carga fija y otra de prueba puesta en movimiento alrededor de la primera, entonces, esta segunda carga de prueba va a experimentar siempre una fuerza, que no es otra cosa que un campo de fuerza actuando sobre ella.

Contenido

Núcleo de conocimiento

Barra de herramientas

Figura 26. Plantilla de exploración de recursos didácticos

Fuente: autoría de los desarrolladores

Gestor de evaluación

El gestor de evaluación es una herramienta en la plataforma e-escen@ri para el proceso de enseñanza aprendizaje, es uno de los recursos que se utilizan para cuantificar resultados y medir competencias. Con este gestor de evaluación los estudiantes adquieren habilidades individuales y grupales en el desenvolvimiento ante problemas afines al contenido de la asignatura teoría electromagnética. En éste se pueden subir ejercicios de repaso y ejercicios para evaluación. Cuando se hace clic en el link correspondiente a dicho gestor, se despliega una ventana en la que se puede escoger el tema y subtema, además la clase de ejercicio que se quiere ver como se muestra en la figura 27.

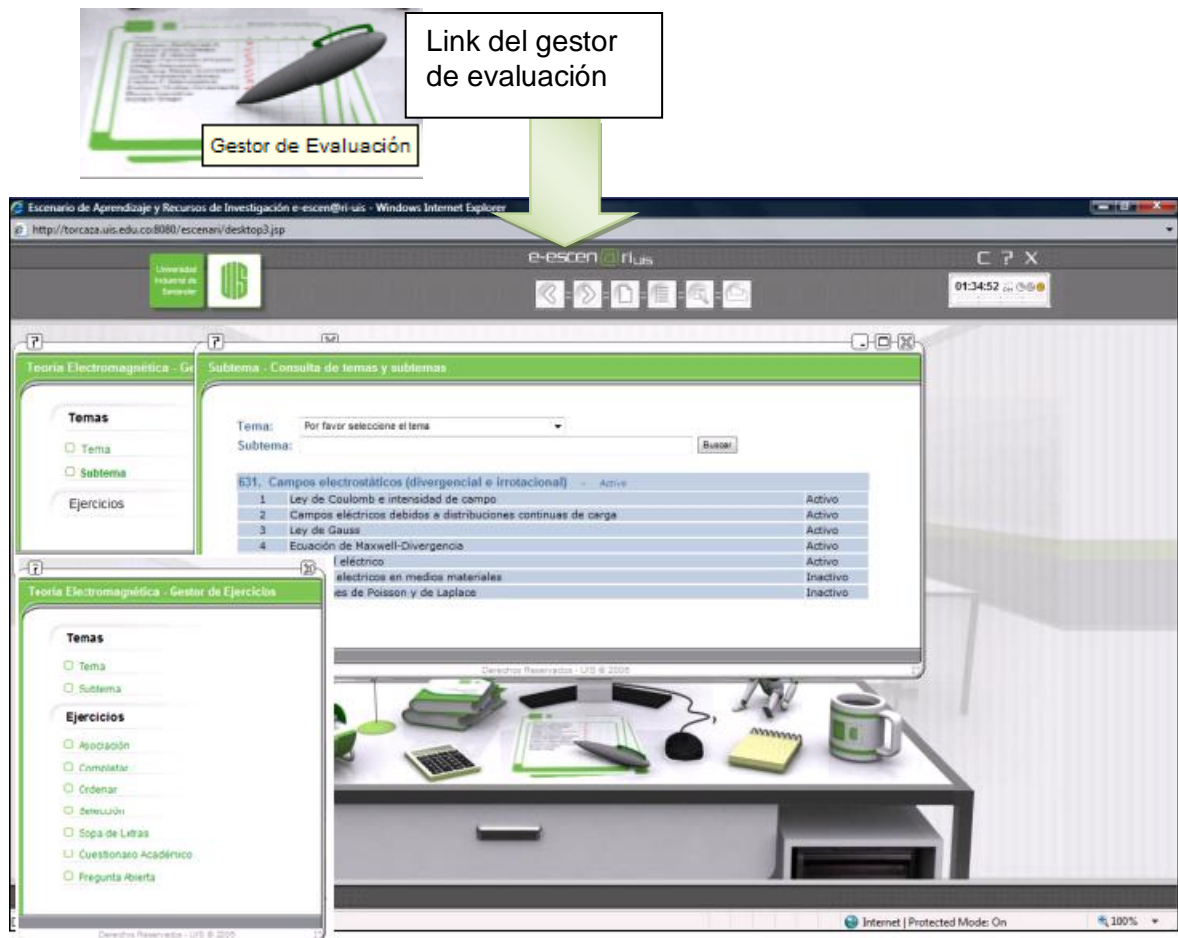


Figura 27. Ventana del gestor de evaluación

Fuente: Gestor de evaluación de la asignatura teoría electromagnética (plataforma e-escenari)

Los temas y el subtemas contienen diversas clases de ejercicios tales como: asociación, completar, ordenar, selección, sopa de letras, cuestionario académico y pregunta abierta. Éstos a su vez tienen asociados un nivel de dificultad (fácil, normal, difícil) y una competencia a desarrollar. Las competencias a desarrollar pueden ser interpretativa, argumentativa y propositiva. La clasificación completa de los ejercicios del gestor de evaluación se muestra en la figura 28.

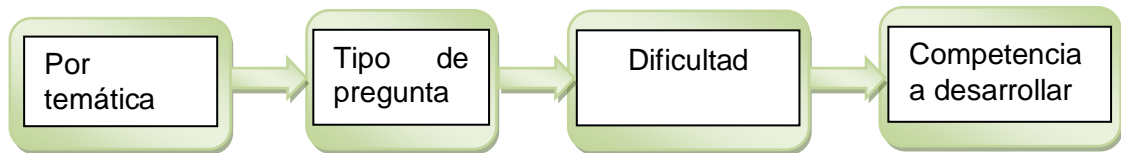


Figura 28. Clasificación de los ejercicios en el gestor de evaluación

Fuente: Autoría de los desarrollador

El gestor de evaluación de la asignatura Teoría Electromagnética cuenta con 79 ejercicios que se organizan de la siguiente forma para los contenidos temáticos asociados al objeto de aprendizaje desarrollado en este proyecto. En la tabla 3 se utilizan las siguientes convenciones para expresar las competencias a desarrollar: argumentativa (**A**), propositiva (**P**) e interpretativa (**I**).

Tabla 3. Inventario gestor de evaluación de la asignatura Teoría Electromagnética.

CONTENIDOS	TIPO DE EJERCICIO											
	Asociación			Completar			Ordenar			Cuestionari o		
	A	P	I	A	P	I	A	P	I	A	P	I
Ley de Coulomb e intensidad de campo			2	1			1					13
Campos eléctricos debidos a distribuciones continuas de carga			1		2				1		12	
Ley de Gauss										8	4	3
Ecuación de Maxwell. Divergencia					2						13	
Potencial eléctrico										2		14
Total ejercicios	3			5			2			69		

Para que los estudiantes tengan acceso a los ejercicios, se deben crear instancias que son recopilaciones de varios tipos de ejercicios en pruebas cuyas preguntas son obtenidas aleatoriamente de los diferentes ejercicios. Estas pruebas tienen como características: la limitación en el tiempo total de respuesta de la instancia, aleatoriedad en la selección de los ejercicios, visualización de los resultados y número máximo de ejecuciones. Para este proyecto se crearon cinco instancias que agrupan los ejercicios por afinidad temática como se muestra en la siguiente gráfica:

Ejercicios - Consulta de las instancias combinadas existentes						
Instancia	Título	Tiempo	Preguntas	No. de Ejecuciones	Estado	Publicar
398	Ley de Coulomb e intensidad de campo	350 min	17	0 de 1000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>
402	Distribuciones continuas de carga	300 min	16	0 de 1000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>
403	Primera ecuación de Maxwell. Divergencia	300 min	15	0 de 1000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>
404	Ley de Gauss	350 min	15	0 de 1000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>
405	Potencial eléctrico	300 min	16	0 de 1000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>

Figura 29. *Instancias del gestor de evaluación para la asignatura Teoría Electromagnética*

Fuente: Gestor de evaluación de la asignatura Teoría Electromagnética (plataforma e-escenari)

Foro

El foro es un recurso que permite desarrollar habilidades grupales e individuales, además es un método de aprendizaje orientado hacia el aprendizaje interactivo. Este recurso permite a los estudiantes postular dudas, opiniones e inquietudes acerca de la asignatura teoría electromagnética en general, las cuales están sujetas a respuestas y sugerencias de los mismos estudiantes y del profesor. Este foro sirve de soporte a los estudiantes y al profesor en casos que quizá no son

abordados en clase por posibles limitaciones de tiempo y espacio. Preferiblemente se busca que sean opiniones cortas que permitan hacer más amena la utilización de éste a sus participantes.

Chat

El chat es un recurso de aprendizaje en línea útil para que el estudiante genere espacios de discusión, resuelva inquietudes, comente sobre cualquier asunto relacionado con la asignatura y temas afines. Este recurso estimula al estudiante a mejorar la comunicación escrita, a generar temas de discusión, explotar sus habilidades en las relaciones interpersonales y fomentar un espíritu de liderazgo. Además es una técnica de aprendizaje enfocada al aprendizaje interactivo.

Estadísticas

Las estadísticas es una herramienta de la plataforma que le permite al profesor llevar un registro de participación virtual de los estudiantes, en ellas se registra el número de veces y el tiempo que el estudiante interactúa con la plataforma. Por medio de estos datos el docente aprecia el interés y la participación de los estudiantes en la asignatura.

4.2 METODOLGÍA DE DESARROLLO DEL OBJETO DE APRENDIZAJE.

La metodología en el desarrollo del objeto de aprendizaje para la temática relacionada con fundamentos básicos de electromagnetismo (Campos electrostáticos en el vacío), tiene una serie de características, conceptos, objetivos y componentes que se presentan a continuación.

4.2.1 CONCEPTO Y CARACTERÍSTICAS DEL OBJETO DE APRENDIZAJE

“Un objeto de aprendizaje es una entidad digital basada en un diseño instruccional para programas de formación por competencias, que puede ser utilizado, reutilizado o referenciado durante el aprendizaje en línea con el objetivo de generar conocimientos, habilidades y actitudes en función de las necesidades del estudiante”¹⁴. El objeto de aprendizaje tiene un objetivo, y para el cumplimiento de éste, se producen diversos recursos digitales, tales como: textos, gráficos, audios, videos, animaciones y aplicativos, los cuales están orientados a asegurar un soporte óptimo en el aprendizaje de los estudiantes.

Los objetos de aprendizaje deben tener ciertas características que garanticen su calidad y eficiencia, estas son:

- **Autocontenido:** Es diseñado con el propósito de dar cumplimiento a los objetivos propuestos relacionados con la temática de Fundamentos básicos de electromagnetismo.
- **Interoperable:** Se debe garantizar que el objeto de aprendizaje sea utilizado en otras plataformas educativas con otros ambientes de programación, por medio de un estándar internacional de interoperabilidad (SCORM para efectos del proyecto).
- **Reutilizable:** La reusabilidad de los objetos abarata costos, ya que el docente puede usar herramientas como gráficos, simuladores, videos, u otros sin tener que crearlos cada vez que los necesite, también puede ser utilizado por otros educadores en contextos de enseñanza diferentes.
- **Durable y actualizable en el tiempo:** Con el fin de evitar la obsolescencia de los materiales, estos se diseñan de manera que fácilmente permita la incorporación de nuevos contenidos y la modificación de los existentes, asegurando así el mejoramiento de la calidad en los objetos.

¹⁴ <http://gavilan.uis.edu.co/~clarenes/>

- **Fácil acceso y manejo para los alumnos:** Los materiales didácticos tales como aplicativos, animaciones, videos, audios, gráficos y pdfs, que usan los estudiantes deben ser sencillos, fáciles de entender y manejar.
- **Secuenciable:** Se diseña el objeto de aprendizaje de forma que permita la secuencialidad con otros objetos que se desarrollen para la asignatura.

4.2.2 NOMBRE DEL OBJETO DE APRENDIZAJE

El nombre del objeto de aprendizaje expresa de una manera clara y concisa la temática a la cual se le realizaron los recursos de aprendizaje. Quien lea el nombre “*Campos electrostáticos en el vacío*” intuirá que todas las herramientas allí presentes convergen a dicha temática.

4.2.3 OBJETIVOS DEL OBJETO DE APRENDIZAJE

Este objeto de aprendizaje (OA) es de tipo temático ya que se enfoca a un tema específico que contiene unos subtemas relacionados. La realización de éste brinda los recursos académicos necesarios para cumplir con unos propósitos previamente establecidos. Los temas del objeto que cumplen con los propósitos, son los que se trabajaron en la guía de medios para el desarrollo de recursos. Dichos temas son:

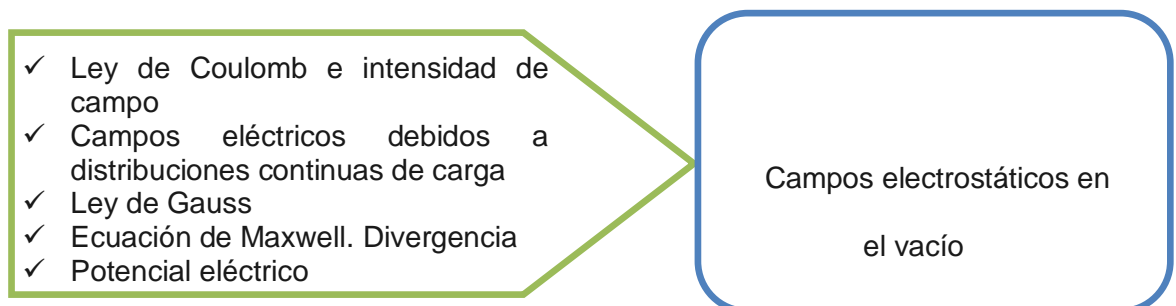


Figura 30. Temática del objeto de aprendizaje.

Fuente: Autoría de los desarrolladores

4.2.4 CONTENIDO DEL OBJETO DE APRENDIZAJE

El objeto de aprendizaje de la asignatura Teoría Electromagnética relacionado con la temática fundamentos básicos de electromagnetismo (campos electrostáticos en el vacío), posee diversos recursos digitales tales como, documentos soporte, imágenes, diagramas, videos, animaciones y aplicativos. Para llevar a cabo el desarrollo del contenido del objeto, se implementa una plantilla creada por el laboratorio de investigación y desarrollo del CENTIC.

A continuación se explicará la plantilla y sus componentes.

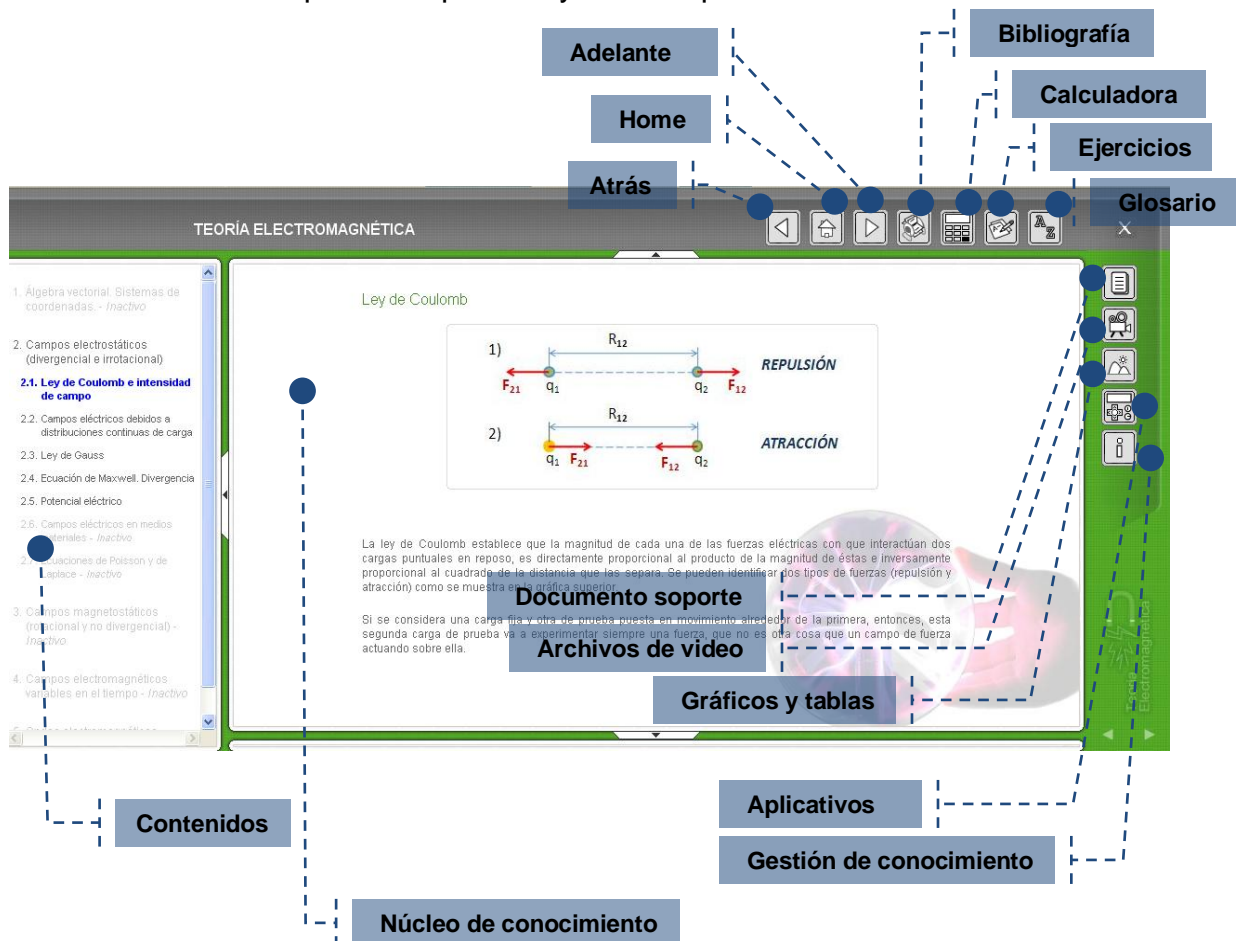


Figura 31. Plantilla Teoría Electromagnética

Fuente: Plantilla teoría electromagnética

CONTENIDOS

En la parte izquierda se muestran los contenidos que se establecen para el objeto de aprendizaje “campos electrostáticos en el vacío”, los cuales fueron establecidos para dar soporte a la evaluación de los propósitos planteados en la estructuración modular. Para el caso de este proyecto los contenidos del objeto de aprendizaje son los que se muestran en la siguiente figura:

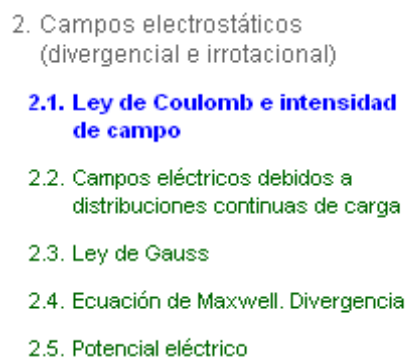
- 
- 2. Campos electrostáticos (divergencial e irrotacional)
 - 2.1. Ley de Coulomb e intensidad de campo**
 - 2.2. Campos eléctricos debidos a distribuciones continuas de carga
 - 2.3. Ley de Gauss
 - 2.4. Ecuación de Maxwell. Divergencia
 - 2.5. Potencial eléctrico

Figura 32. Contenidos del OA “campos electrostáticos en el vacío”

Fuente: Plantilla teoría electromagnética

El inventario de desarrollo de recursos didácticos para el objeto de aprendizaje “campos electrostáticos en el vacío” es el siguiente:

CONTENIDO	RECURSOS					
	Documento soporte	Archivos de video	Gráficos	Animaciones	Aplicativos	
Ley de Coulomb e intensidad de campo	1	2	2	1	1	
Campos eléctricos debidos a distribuciones continuas de carga	1	0	0	4	0	
Ley de Gauss	1	1	1	2	0	
Ecuación de Maxwell. Divergencia	1	0	1	1	0	
Potencial eléctrico	1	1	0	0	0	
	5	4	4	8	1	
						Total: 22

Tabla 4. *Inventario de recursos didácticos del OA “campos electrostáticos en el vacío”*

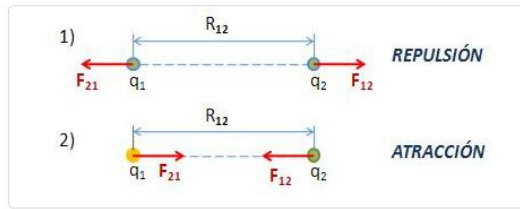
El objeto de aprendizaje es un recurso más que puede disponer el docente y estudiante como soporte y complemento al desarrollo de las competencias planteadas en la tabla de saberes. En el anexo 6 se puede observar un balance entre las competencias y los recursos que darían soporte al desarrollo de estas.

NÚCLEO DE CONOCIMIENTO

Los núcleos de conocimiento aparecen siempre que el estudiante selecciona un contenido, presentan una introducción breve del tema a tratar. Esto con el fin de orientar al estudiante, despertándole un interés y una motivación a profundizar más en el tema.

El proyecto tiene cinco núcleos de conocimiento los cuales se muestran a continuación:

Ley de Coulomb



La ley de Coulomb establece que la magnitud de cada una de las fuerzas eléctricas con que interactúan dos cargas puntuales en reposo, es directamente proporcional al producto de la magnitud de éstas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa. Se pueden identificar dos tipos de fuerzas (repulsión y atracción) como se muestra en la grafica superior.

Si se considera una carga fija y otra de prueba puesta en movimiento alrededor de la primera, entonces, esta segunda carga de prueba va a experimentar siempre una fuerza, que no es otra cosa que un campo de fuerza actuando sobre ella.



Figura 33. Núcleo de conocimiento para ley de Coulomb e intensidad de campo eléctrico

Fuente: Plantilla teoría electromagnética

Campos eléctricos debido a distribuciones continuas de carga

La intensidad de campo eléctrico expresa la fuerza por unidad de carga. Las fuerzas y campos eléctricos obtenidos hasta el momento se deben a cargas puntuales, pero es posible evaluar el campo eléctrico debido a distribuciones continuas de carga a lo largo de una línea, sobre una superficie o dentro de un volumen, utilizando las siguientes expresiones:

$$\mathbf{E} = \int \frac{\rho_l dl}{4\pi\epsilon_0 R^2} \mathbf{a}_R \quad (\text{carga lineal})$$

$$\mathbf{E} = \int \frac{\rho_s dS}{4\pi\epsilon_0 R^2} \mathbf{a}_R \quad (\text{carga superficial})$$

$$\mathbf{E} = \int \frac{\rho_v dv}{4\pi\epsilon_0 R^2} \mathbf{a}_R \quad (\text{carga volumétrica})$$

Las distribuciones de carga lineal, superficial y volumétrica se indican con ρ_l (en C/m), ρ_s (C/m²) y ρ_v (C/m³) respectivamente y la intensidad de campo eléctrico debida a cada una de ellas se puede considerar como la sumatoria de los aportes de campo de numerosas cargas puntuales que forman las distribuciones de carga.

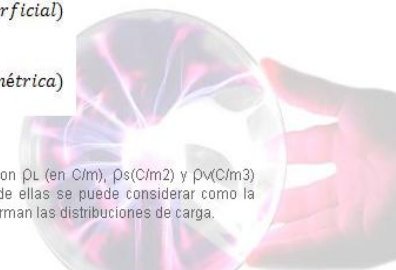


Figura 34. Núcleo de conocimiento para campos eléctricos debido a distribuciones continuas de carga.

Fuente: Plantilla teoría electromagnética

Ley de Gauss

La ley de Gauss establece que el flujo eléctrico que pasa a través de cualquier superficie cerrada es igual a la carga neta total encerrada por dicha superficie. Es utilizada principalmente cuando los cuerpos están cargados simétricamente. La expresión matemática de la ley de Gauss es la siguiente:

$$\Psi_E = \int \Psi = \oint \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S} = Q_{enc}$$

Esta es utilizada para el estudio del campo eléctrico por medio del vector \mathbf{D} (densidad de flujo eléctrico), que corresponde al flujo por unidad de área ó líneas de flujo por metro cuadrado y su dirección en un punto es la dirección de las líneas de flujo en ese punto.



Figura 35. Núcleo de conocimiento para ley de Gauss.

Fuente: Plantilla teoría electromagnética

Ecuación de Maxwell-Divergencia

Al final del siglo XIX el brillante científico James Clerck Maxwell estableció que el flujo eléctrico por unidad de volumen que sale de un pequeño volumen unitario es exactamente igual a la densidad de carga volumétrica que existe en él. Esta es la primera ecuación de Maxwell la cual se expresa matemáticamente de la siguiente forma:

$$\nabla \cdot \mathbf{D} = \rho_v$$

En esta expresión se aplica el concepto de divergencia, que establece el flujo hacia fuera por unidad de volumen en un punto cualquiera P a medida que el volumen se contrae alrededor de P .



Figura 36. Núcleo de conocimiento para ecuación de Maxwell-Divergencia.

Fuente: Plantilla teoría electromagnética

Potencial eléctrico

El potencial eléctrico es una cantidad tangible y es considerada la cantidad de uso práctico en problemas de ingeniería eléctrica, electrónica y de telecomunicaciones. Es el trabajo (energía potencial) por unidad de carga y establece superficies equipotenciales, las cuales tienen el mismo valor de potencial. Su relación con el campo eléctrico se muestra en la siguiente expresión:

$$V_{AB} = V_A - V_B = \frac{W}{Q} = - \int_A^B \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l}$$

La definición de potencial se aplica a diferentes distribuciones de carga de la siguiente manera:

$$V = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \int_L \frac{\rho_L dL}{R} \quad (\text{Carga lineal})$$
$$V = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \int_S \frac{\rho_S dS}{R} \quad (\text{Carga superficial})$$
$$V = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \int_V \frac{\rho_V dv}{R} \quad (\text{Carga volumétrica})$$



Figura 37. Núcleo de conocimiento para potencial eléctrico.

Fuente: Plantilla teoría electromagnética

DOCUMENTOS SOPORTE



Todos los contenidos del objeto de aprendizaje tienen asociado un documento soporte en formato PDF, el cual muestra de forma sencilla y detallada el tema que se está tratando. Éstos son producidos por los desarrolladores, revisados y corregidos por el experto temático, quien en base a su experiencia, guía y orienta el producto con el fin de garantizar una buena calidad de comprensión y contenido en éste. En total se escribieron cinco documentos de soporte al proceso de enseñanza/aprendizaje de los estudiantes.

ARCHIVOS DE VIDEO

En el desarrollo del objeto de aprendizaje, el video es un recurso en el proceso de enseñanza-aprendizaje que permite al estudiante ver y escuchar un contenido, aumentando la sensación de realismo al momento de visualizar el tema en estudio. El formato del video es swf (Shockwave Flash).

En el objeto de aprendizaje se muestran en total cuatro videos, dos de ellos de la autoría de los desarrolladores, los otros dos son videos editados de un programa de televisión llamado The Mechanical Universe and beyond. Para la edición de los videos se contó con la autorización del creador el Doctor David Goodstein.

La distribución de los videos en los contenidos es la siguiente:

- Ley de Coulomb e intensidad de campo eléctrico.

Video 1.



Figura 38. Video uno en el contenido ley de Coulomb e intensidad de campo eléctrico.

Fuente: Plantilla teoría electromagnética

En este video aparece el experto temático dando una charla de las características más importantes de la Ley de Coulomb. Éste es el primer tema abordado en la asignatura y uno de los más relevantes para el estudio de los campos eléctricos, en el que al ser evaluado los estudiantes presentan errores en el momento de hallar campos eléctricos y fuerzas eléctricas. Por ello la realización de este video como respaldo del contenido ley de Coulomb, tiene como finalidad brindar al estudiante los tips más importantes que abarca dicho contenido.

Video 2.



Figura 39. Video dos en el contenido ley de Coulomb e intensidad de campo eléctrico.

Fuente: Plantilla teoría electromagnética

En la búsqueda de recursos que pudieran complementar los contenidos seleccionados para el objeto de aprendizaje se acudió a la videoteca de la UIS, donde se encontró un programa llamado The Mechanical Universe and beyond. Éste fue producido por el Doctor David Goodstain (Profesor de física en California Institute of Technology) y orientado a diversos temas relacionados con física. De este programa se editó un video en donde se puede apreciar una reseña histórica del surgimiento de la Ley de Coulomb y su analogía con la ley de gravitación universal planteada por Isaac Newton.

- Ley de Gauss

Video 1.



Figura 40. Video uno en el contenido ley de Gauss.

Fuente: Plantilla teoría electromagnética

La ley de Gauss es un concepto que se introduce en la asignatura para poder evaluar campos eléctricos. En el mismo programa encontrado en la videoteca (The Mechanical Universe and beyond) se observó que existía un espacio dedicado a la ley de Gauss, de tal forma que se tomaron las partes más importantes referentes a este tema y se editó un nuevo video en el que se plasma de forma sencilla y breve la explicación de la Ley de Gauss.

- Potencial eléctrico.

Video 1.

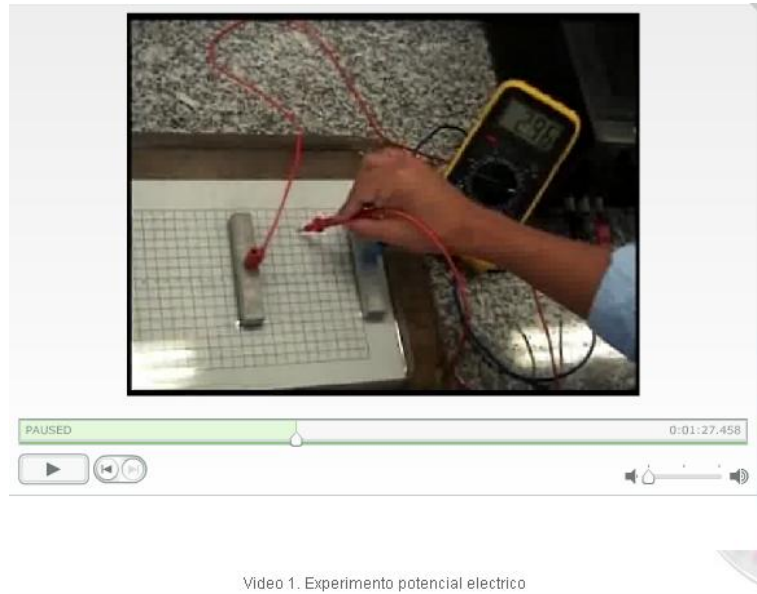


Figura 41. Video uno en el contenido potencial eléctrico.

Fuente: Plantilla teoría electromagnética

Pensar en el potencial eléctrico como cantidad práctica de uso ingenieril llevó a los desarrolladores a realizar como único recurso fuera del documento soporte un video que mostrará de forma evidente, clara, práctica y real la relación existente entre el potencial eléctrico y los campos eléctricos.

GRÁFICOS Y TABLAS

Los gráficos pueden ser imágenes fijas o animadas que enriquecen el material introducido, presentan de forma sencilla conceptos del tema que se está tratando. Las animaciones son desarrolladas en Macromedia Flash 8 y en total se

encuentran ocho animaciones que tienen como propósito explicar de una forma más didáctica conceptos como: analogía entre la ley de Coulomb y ley de gravitación universal, representación vectorial de los campos eléctricos debido a distribuciones continuas de carga, ley de Gauss y relación divergencia ecuación de Maxwell.

Las imágenes fijas también tienen como propósito la visualización sencilla de conceptos que se tratan en los temas. Para el proyecto se desarrollaron cuatro gráficas que muestran ecuaciones, representaciones vectoriales de la ley de Gauss, líneas de campo entre cargas puntuales y ley de gravitación universal.

Los textos presentes en las animaciones cuentan con un soporte multilingüe que permite la interoperabilidad del recurso ya que la plataforma se encuentra configurada para cuatro idiomas tales como: español, inglés, francés y catalán.

Siete animaciones y tres de las cuatro gráficas tienen complementos auditivos que permiten una mejor comprensión del recurso y un soporte multilingüe que cumple con las características de autocontenido e interoperabilidad.

El principal motivo para la realización de los gráficos y animaciones en los contenidos, está fundamentada en la naturaleza de la asignatura ya que ésta en su mayoría trata fenómenos físicos que no son tangibles ni observables. Por esto la finalidad de todos los gráficos y animaciones es la idealización de los elementos que se tratan en la teoría.

Esta es la distribución de los gráficos y animaciones en los contenidos:

- Ley de Coulomb e intensidad de campo eléctrico



Figura 42. Gráficas en el contenido ley de Coulomb e intensidad de campo eléctrico.

Fuente: Plantilla teoría electromagnética

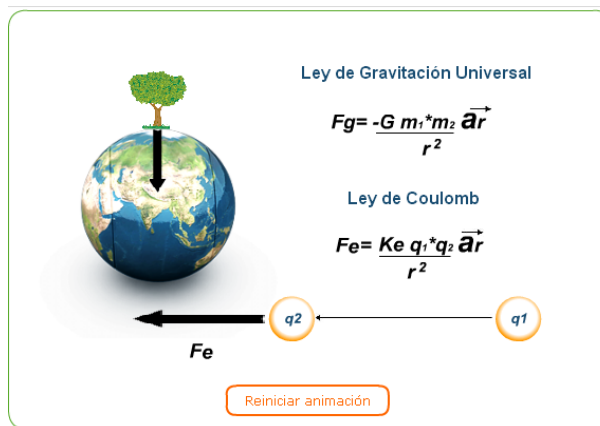


Figura 43. Animación en el contenido ley de Coulomb e intensidad de campo eléctrico.


Fuente: Plantilla teoría electromagnética

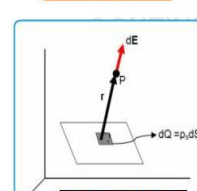
- Campos eléctricos debidos a distribuciones continuas de carga

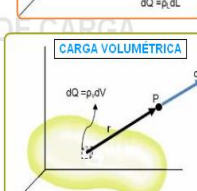
Animación 1

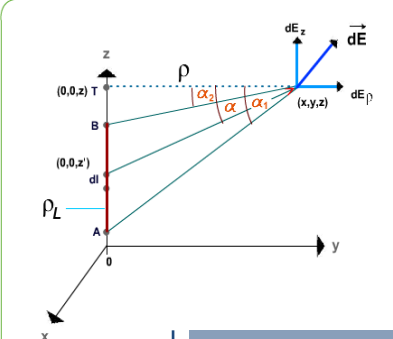
$$\vec{dE} = \frac{dQ}{4\pi\epsilon_0 R^2} \vec{a}_R$$

Reiniciar animación

CARGA LINEAL


CARGA SUPERFICIAL


CARGA VOLUMÉTRICA


Animación I


$$\vec{dE} = \frac{\rho_L dl}{4\pi\epsilon_0 R^2} \vec{a}_R$$

 Reiniciar animación Volver

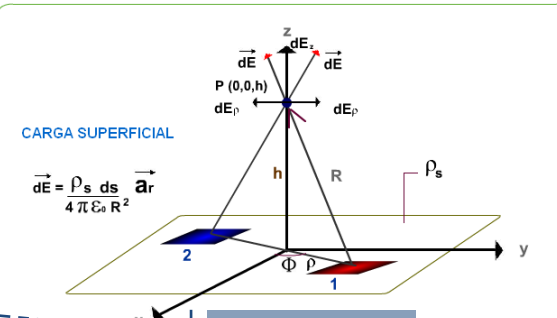
Animación 2.

DISTRIBUCIONES CONTINUAS DE CARGA

- Carga lineal
- Carga superficial
- Carga volumétrica

Animación II
CARGA SUPERFICIAL

$$\vec{dE} = \frac{\rho_s ds}{4\pi\epsilon_0 R^2} \vec{a}_R$$


 Reiniciar animación Volver

Animación III
CARGA VOLUMÉTRICA

$$\vec{dE} = \frac{\rho_v dv}{4\pi\epsilon_0 R^2} \vec{a}_R$$

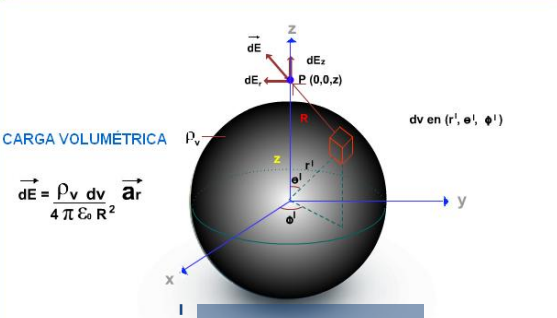

 Reiniciar animación Volver

Figura 44. Animaciones en el contenido campos eléctricos debido a distribuciones continuas de carga.

Fuente: Plantilla teoría electromagnética

- Ley de Gauss

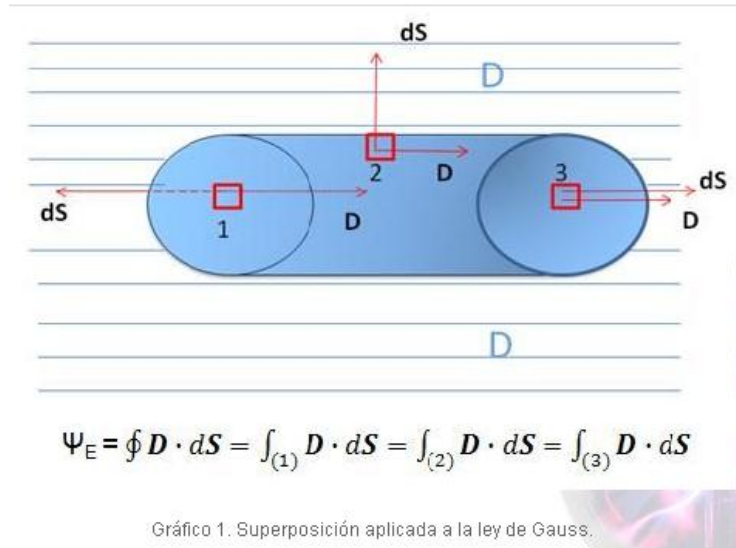


Figura 45. Gráfica uno en el contenido ley de Gauss.

Fuente: Plantilla teoría electromagnética

Animación 1.

Ley de Gauss

$$\Psi = \oint \bar{D} \cdot d\bar{s}$$

$\theta = \pi/2$
 $\delta\Psi = 0$

\mathbf{D}

$\delta\Psi = D \cos \theta ds$

Reiniciar animación

El flujo que atravieza un diferencial de superficie ds, depende de su orientación respecto a la densidad de campo eléctrico D.

Figura 46. Animación uno en el contenido ley de Gauss

Fuente: Plantilla teoría electromagnética

Animación 2.

Esta animación es un caso especial, ya que a diferencia de las otras, ésta es desarrollada con el lenguaje de programación java. Para el diseño de la misma fue necesario desarrollar un algoritmo que cumpliera los lineamientos establecidos en la ley de Gauss para distribuciones superficiales y volumétricas.

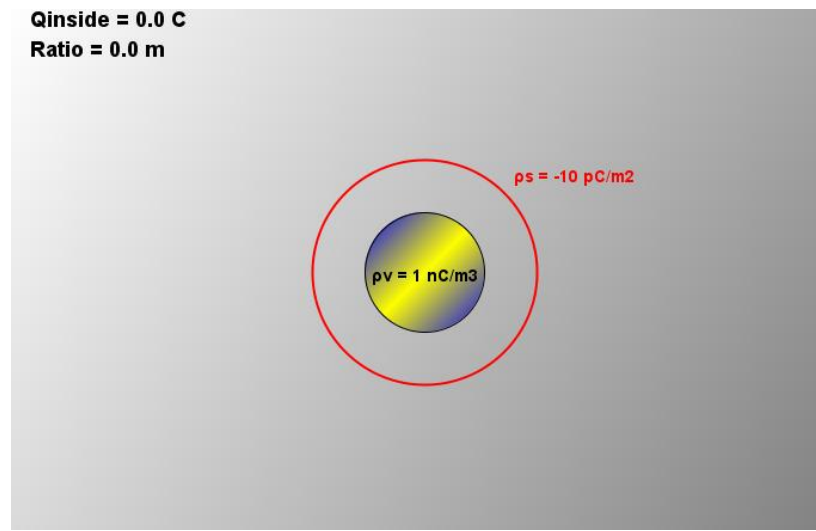


Figura 47. Estado inicial de la animación.

Fuente: Plantilla teoría electromagnética

La animación es un simulador que determina la carga encerrada por una superficie gaussiana en dos distribuciones de carga simétricas (superficial y volumétrica). El usuario puede a través del cursor variar el tamaño de la superficie gaussiana y la animación arroja como resultado el valor de la carga encerrada y el radio de la superficie gaussiana (ver figura 48).

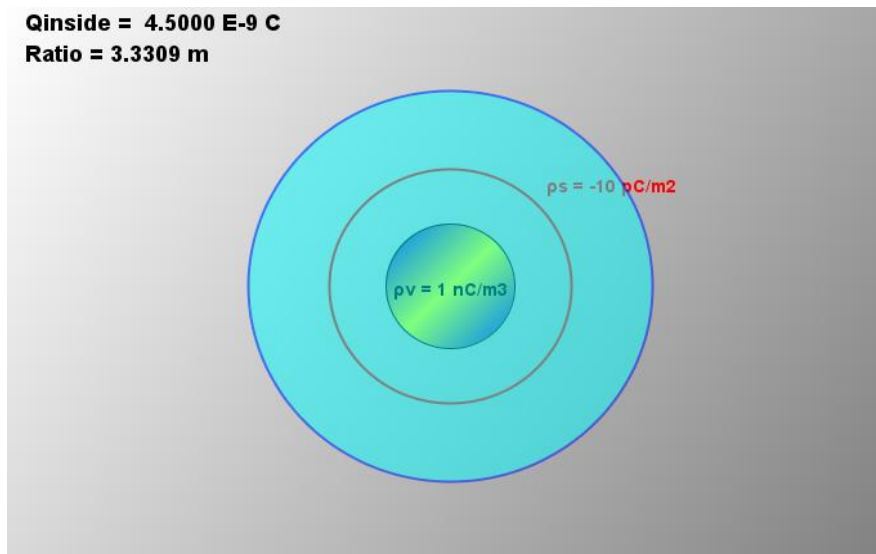


Figura 48. El estudiante selecciona la superficie gaussiana.

Fuente: Plantilla teoría electromagnética

- Ecuación de Maxwell. Divergencia

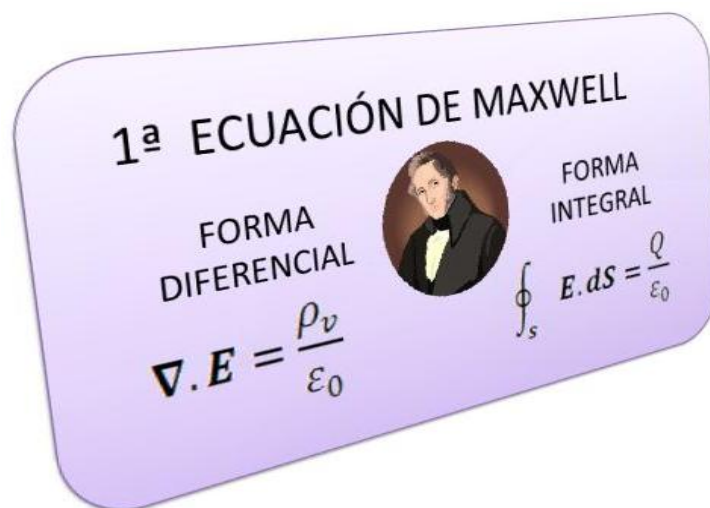


Gráfico 1. Primera ecuación de Maxwell

Figura 49. Gráfica uno en el contenido ecuación de Maxwell-Divergencia.

Fuente: Plantilla teoría electromagnética

Animación 1.

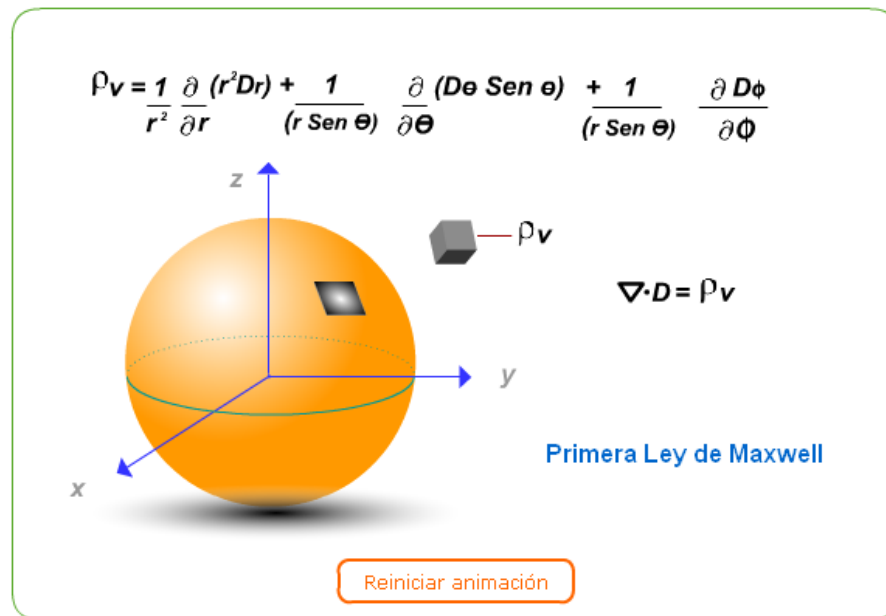


Figura 50. Animación en el contenido ecuación de Maxwell-Divergencia.

Fuente: Plantilla teoría electromagnética

APLICATIVOS



Los aplicativos son simuladores que permiten al estudiante interactuar con un programa que realiza cierta tarea de acuerdo a los datos ingresados por el usuario, éstos tienen como propósito la interpretación de los resultados del simulador por parte del usuario. Para la realización de éstos, se mantuvo siempre el interés por presentar una estructura gráfica clara y didáctica, que permitiera una interacción amigable con el usuario.

Se desarrollo un aplicativo en Netbeans 6, lenguaje Java y se describe a continuación:

- Ley de Coulomb e intensidad de campo eléctrico.

La realización de este aplicativo surge por la necesidad de presentarle al estudiante una idea gráfica de la fuerza por unidad de carga entre cargas eléctricas puntuales.

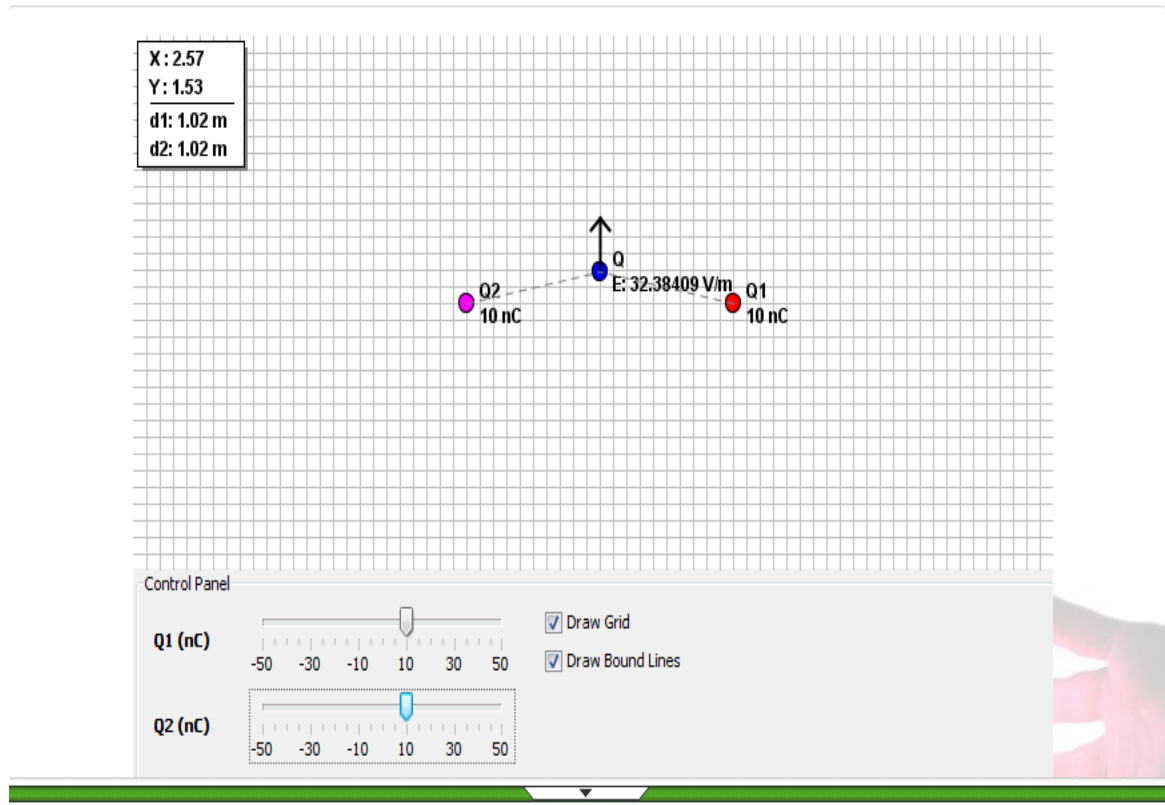


Figura 51. *Aplicativo para el contenido ley de Coulomb e intensidad de campo eléctrico.*

Fuente: Plantilla teoría electromagnética.

El applet es un simulador del comportamiento del campo eléctrico debido a cargas puntuales. Éste inicia con una carga de prueba Q ubicada en el centro, el ingreso de más cargas puntuales se hace a través del panel de control donde existen dos barras de desplazamiento llamadas $Q1$ y $Q2$ respectivamente. El movimiento

horizontal de éstas permite ingresar cargas positivas y negativas. Con el cursor el usuario puede mover a cualquier parte, cualquiera de las tres cargas, el simulador arroja como resultado la dirección del campo eléctrico, su magnitud y también la distancia en metros desde las cargas ingresadas a la carga de prueba Q.

Existen dos opciones más en el panel de control, las cuales manejan la visualización de la rejilla y las líneas de influencia sobre la carga de prueba Q.

GESTIÓN DE CONOCIMIENTO

Todos los contenidos poseen este botón, su función es mostrar al estudiante qué competencias se pretenden desarrollar en él y las actividades de aprendizaje específicas que se muestran en el DSA² para la consecución de cómo aprender y el porqué del aprendizaje adquirido. También en este botón se encuentran los créditos en los cuales aparecen las personas que participaron en la realización del proyecto. El DSA² tiene la opción de hacer un acercamiento sobre el diagrama y así visualizar correctamente el contenido.

A continuación se muestra un ejemplo de gestión de conocimiento relacionado con el contenido ley de Coulomb e intensidad de campo eléctrico.

Temática		LEY DE COULOMB
Contenidos Conceptuales (Saber)		Contenidos Procedimentales (Hacer)
1. Reconocer los alcances vectoriales y la formulación matemática de ésta ley. 2. Analizar problemas de campos eléctricos en el vacío debidos a diferentes distribuciones de carga. 3. Observar la analogía existente entre la ley de Coulomb y la ley de gravitación universal. 4. Destacar que existen dos fuerzas diferentes de atracción y repulsión.		a. (1,2,3,4) Emplear la ley de Coulomb para la solución de problemas relacionados con campos eléctricos en el vacío.

Figura 52. Parte de la tabla de saberes-haceres relacionado al contenido Ley de Coulomb e intensidad de campo eléctrico.

Fuente: Plantilla teoría electromagnética

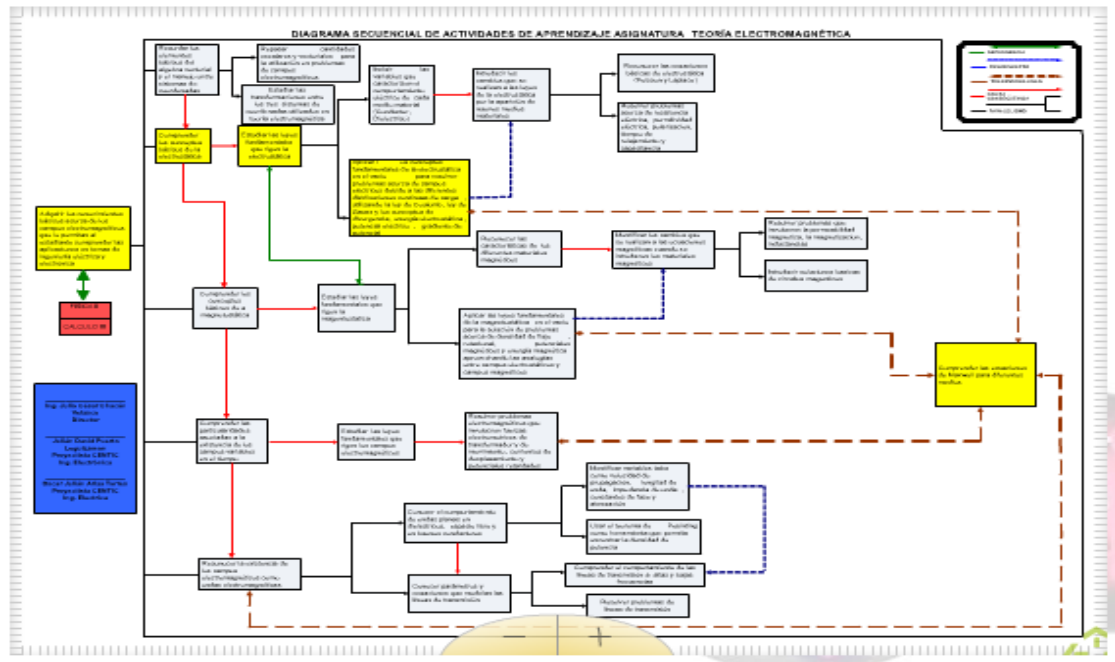


Figura 53. DSA² y actividades de aprendizaje que abarcan el OA “campos electrostáticos en el vacío (cuadros en amarillo)”

Fuente: Plantilla teoría electromagnética

Gestión de Conocimiento	1. Objetivo	2. DSA ²	3. Créditos
 <p>Universidad Industrial de Santander Centro de Tecnologías de Información y Comunicación Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones 23330 - Teoría Electromagnética</p>			
Director - Experto Temático	Ing. Julio César Chacón Velasco Docente Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones		
Codirector	Dra. Clara Inés Peña de Carrillo Directora Científica Centro de Tecnologías de Información y Comunicación		
Metodólogo	Ing. Edwin Humberto Gomez Laboratorio de Investigación y Desarrollo CENTIC		
Codirector - Coordinador Tecnológico	Ing. Paola Carolina Espinosa Rodríguez Laboratorio de Investigación y Desarrollo CENTIC		
Desarrolladores	Julián David Puerto Leguizamón Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones Oscar Julián Ariza Torres Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones		

Figura 54. Créditos.

Fuente: Plantilla teoría electromagnética

4.2.5 EMPAQUETAMIENTO DEL OBJETO DE APRENDIZAJE

El empaquetamiento del objeto de aprendizaje obedece a la necesidad de establecer una estandarización de los contenidos que permita importar y exportar datos del OA con plataformas que usen el estándar SCORM, de esta forma lograr una interoperabilidad dentro de la plataforma e-escenari, así como también con otros sistemas de administración de contenidos (LMS). Este proceso se realizó bajo la orientación del coordinador tecnológico de este proyecto.

4.2.5.1 Reload

Reload es un software de libre distribución que se utiliza para la realización del empaquetado del objeto de aprendizaje bajo el estándar SCORM. Este programa tiene las siguientes funciones:

- Facilitar la creación, el intercambio y la reutilización de objetos de aprendizaje.
- Reorganizar y recatalogar los contenidos.
- Tomar cualquier contenido electrónico (páginas web, imágenes, video, animaciones flash, applets Java, etc.), empaquetarlo y prepararlo para almacenarlo en sitios dedicados a estos temas.

4.2.5.2 Proceso de empaquetamiento

- Paso 1: Antes de empezar se debe tener terminado el objeto de aprendizaje con los recursos que cuenta éste, como lo son: Páginas web con el editor correspondiente, las animaciones Flash, los documentos de texto, etc.
- Paso 2: Se debe abrir el programa Reload y seguir el siguiente procedimiento:
>nuevo> ADL SCORM 2004 Package

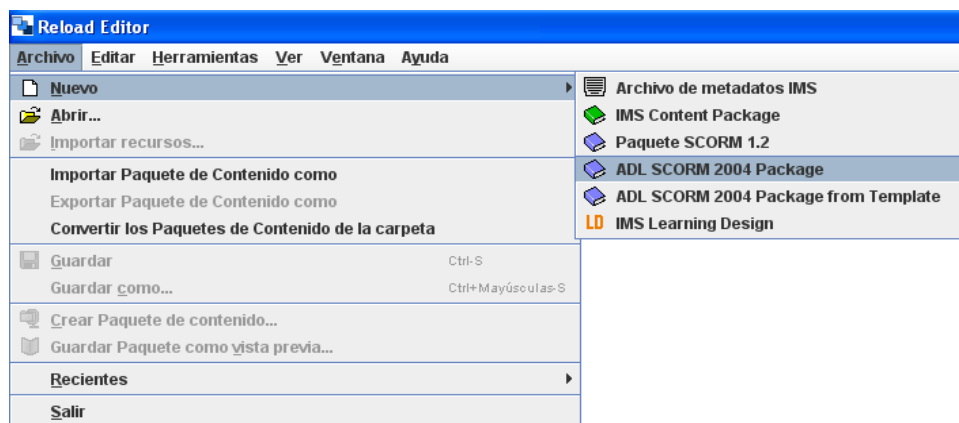


Figura 55. Creación de un nuevo proyecto.

Fuente: Autoría de los desarrolladores

Se selecciona a continuación la carpeta donde se encuentra el contenido del objeto de aprendizaje.

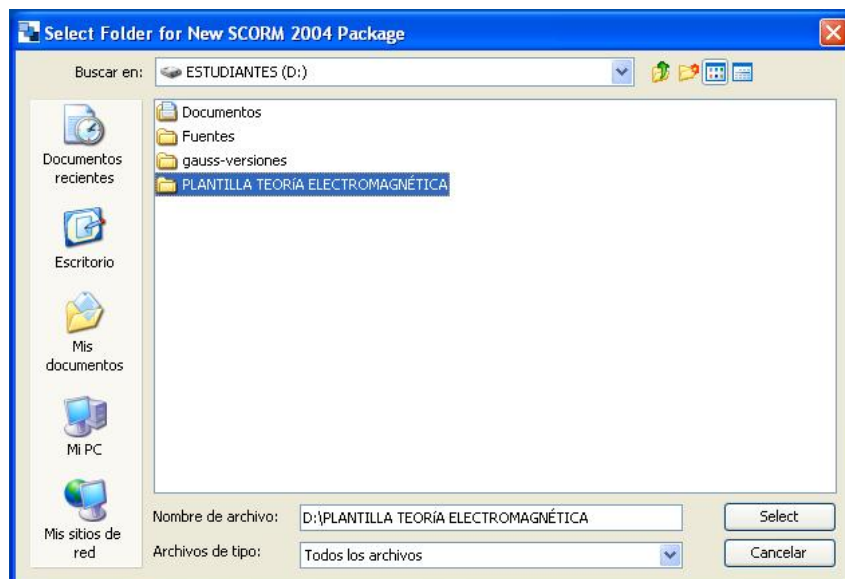


Figura 56. Selección del OA.

Fuente: Autoría de los desarrolladores

Cuando se procede a seleccionar la carpeta donde se encuentra el OA, Reload crea un archivo `imsmanifest.xml` en el cual se guarda toda la información de la estructura *metadatos*, *organizaciones* y *recursos* que se observa en la figura 57

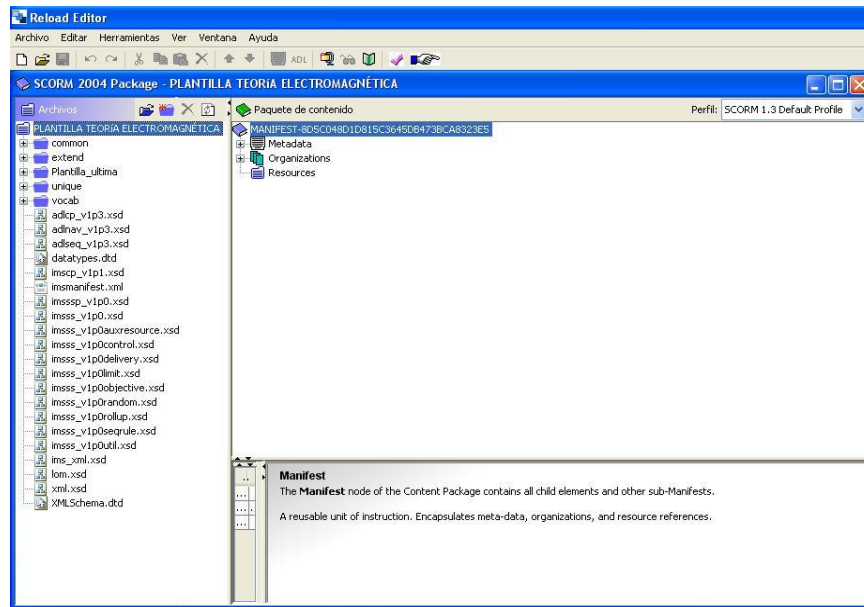


Figura 57. Estructura creada por Reload después de haber seleccionado el OA.

Fuente: Autoría de los desarrolladores

- Paso 3: Se debe crear una carpeta que contenga los metadatos. Para esto se debe ir a la ventana “archivos” y darle clic al icono que permite crear una nueva carpeta , la cual se llamará metadatos

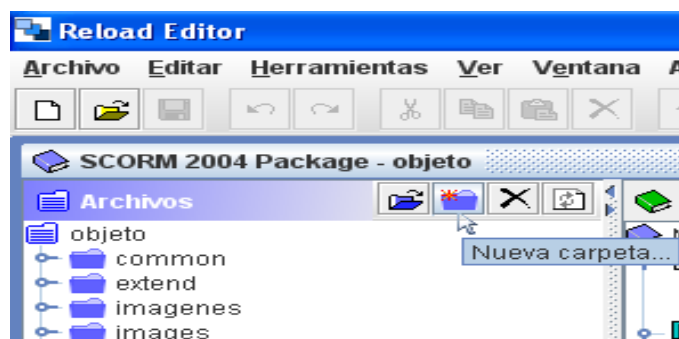


Figura 58. Creación de la carpeta metadatos.

Fuente: Autoría de los desarrolladores

- Paso 4: A continuación se editan los metadatos, para esto se va a la ventana “paquete de contenido” donde se da clic en el icono Metadata y se elige “Edit Metadata”.

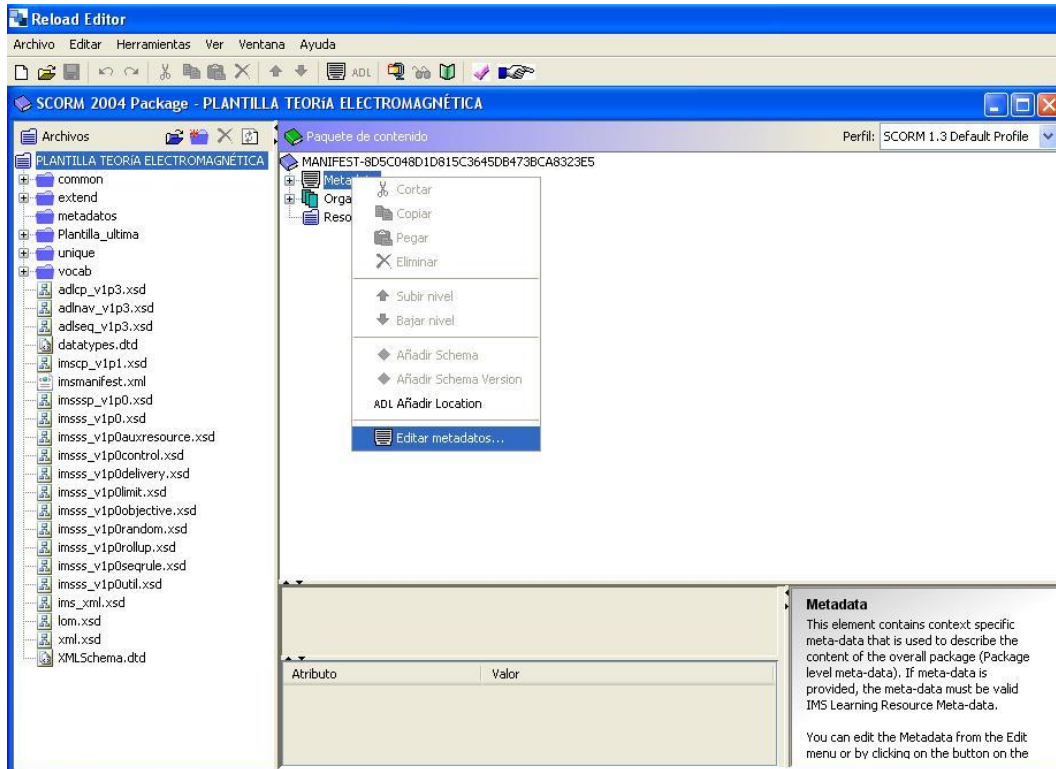


Figura 59. Selección de la opción para modificar los metadatos.

Fuente: Autoría de los desarrolladores

Con esto aparece una pantalla donde se pueden agregar y editar los metadatos del paquete. Estos metadatos son los datos informativos y estandarizados que tiene que contener todo paquete SCORM para poder ser utilizado por los diferentes LMS. Los metadatos editados para el OA de este proyecto son los que se visualizan en la siguiente gráfica:

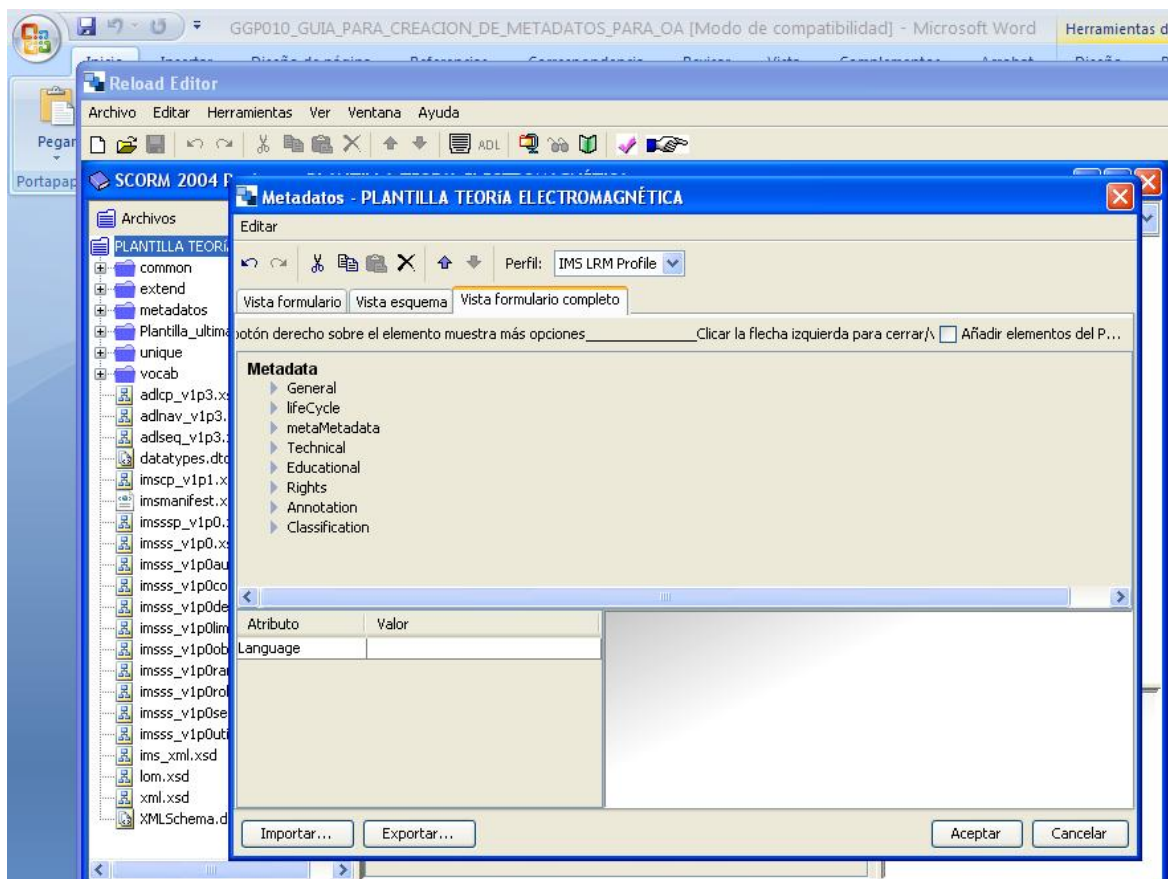


Figura 60. Edición de metadatos – vista formulario completo.

Fuente: Autoría de los desarrolladores

- Paso 5: Una vez editados los metadatos se procede a ingresar los recursos, este procedimiento consiste en arrastrar las paginas .html que conforman los núcleos de aprendizaje y soltarlas sobre el icono de “Resources” (ver figura 61).

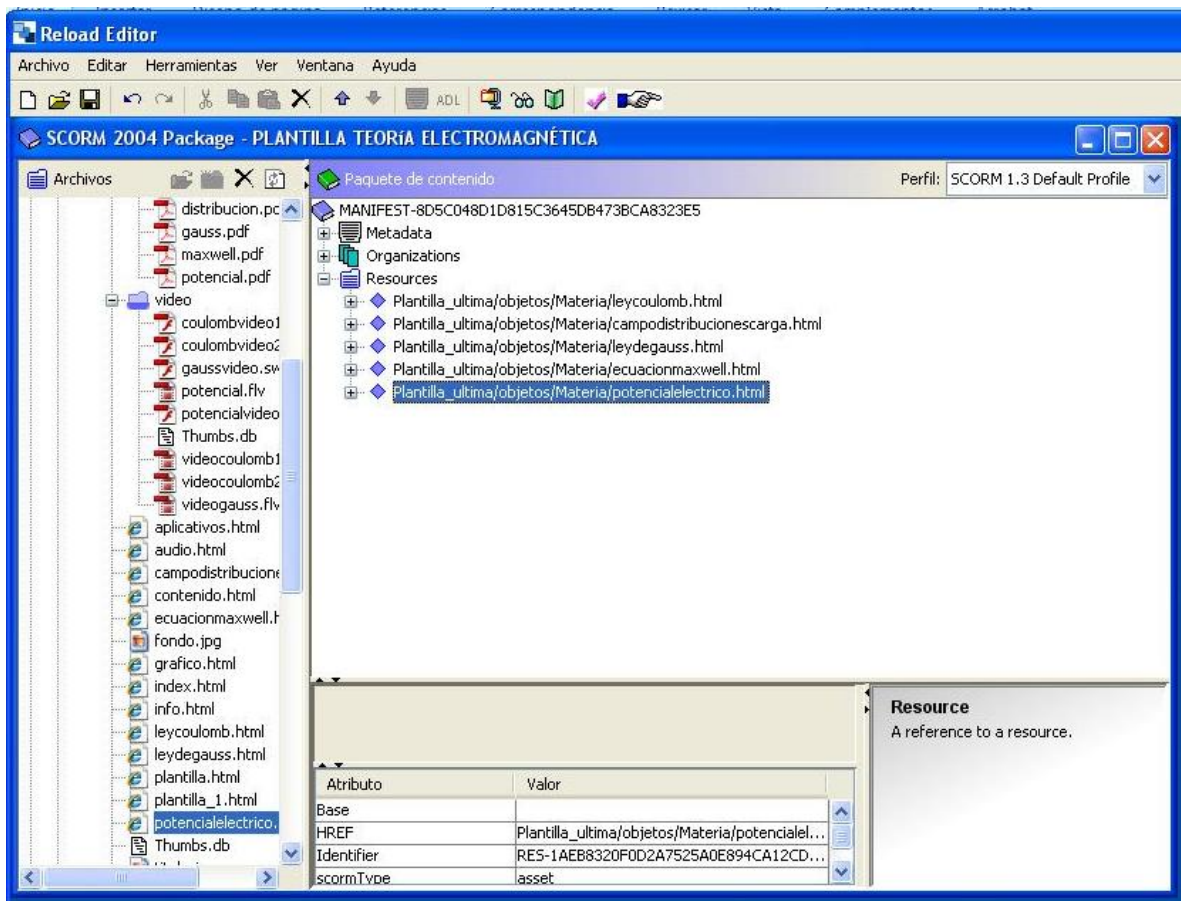


Figura 61. Incorporación de los recursos.

Fuente: Autoría de los desarrolladores

- Paso 6: Cuando se agregan todos los recursos es necesario crear organizaciones, las cuales son ítems donde se referencian los recursos que se incorporaron anteriormente. Para añadir las organizaciones se da clic sobre el icono "Organizations" y se selecciona "Añadir organización". Cuando se añade un ítem se procede a ingresar el nombre de tal (nombre de la temática tratada en el núcleo de aprendizaje).

Al terminar de agregar todos los ítems se referencian los recursos asociados a ellos, para esto se va a la ventana "atributo" donde se modifican tales

referencias usando la lista desplegable en frente de “Referenced element” (ver figura 62)

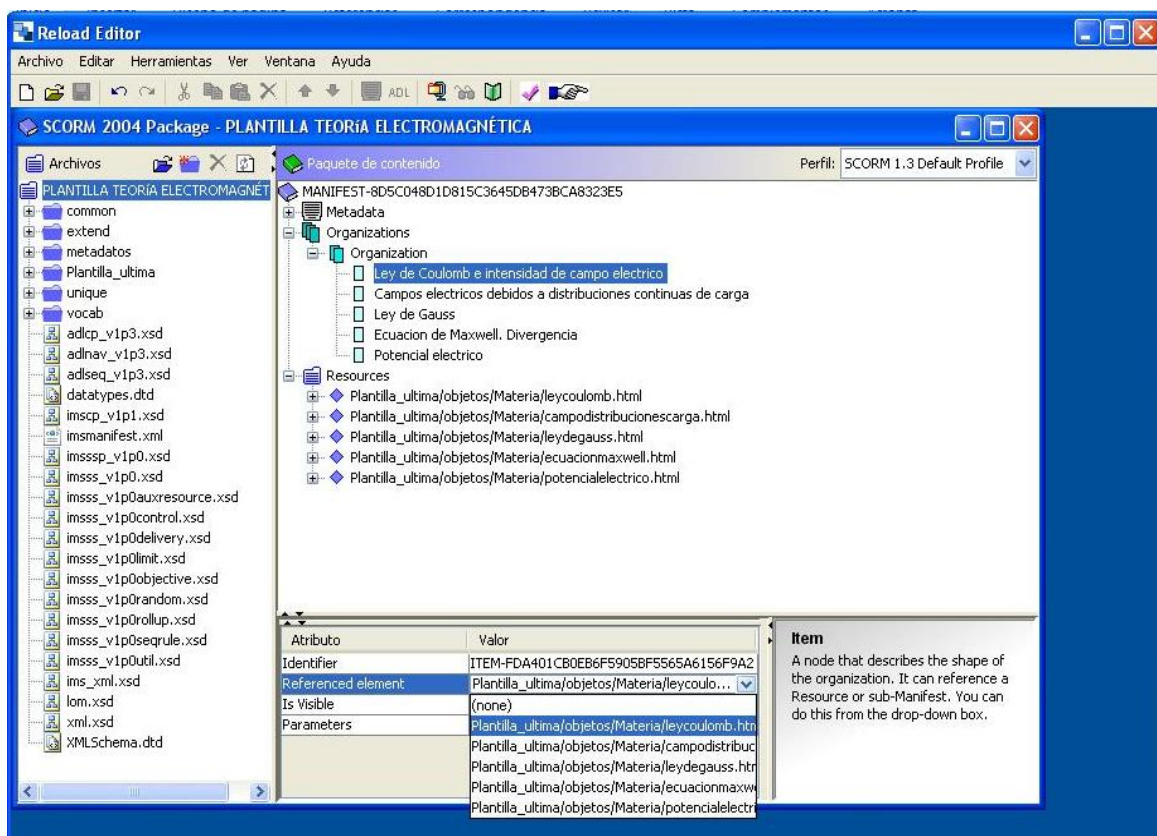


Figura 62. Modificación del elemento referenciado por el ítem de organization.

Fuente: Autoría de los desarrolladores

- Paso 7: Al terminar de crear y modificar todas las organizaciones se procede a guardar los cambios con el fin de actualizar el archivo imsmanifest.xml.

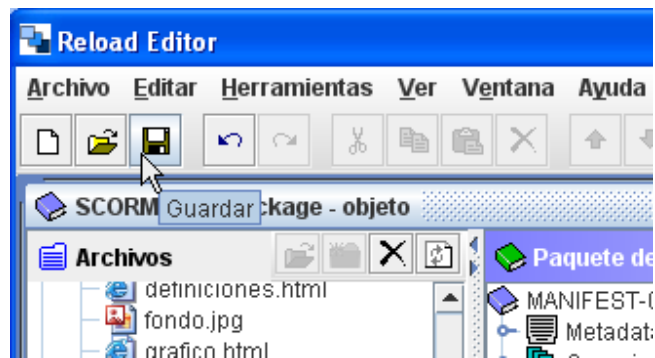


Figura 63. Guardando los cambios realizados.

Fuente: Autoría de los desarrolladores

- Paso 8: Antes de comprimir el paquete, Reload tiene la opción de previsualizar la secuencia de objetos que se ha determinado a través de la organización. Esto se realiza a través del botón “Previsualización del paquete”



Figura 64. Accediendo a la opción de previsualizar.

Fuente: Autoría de los desarrolladores

Al realizar la anterior acción Reload abrirá un entorno web que permitirá navegar en el objeto

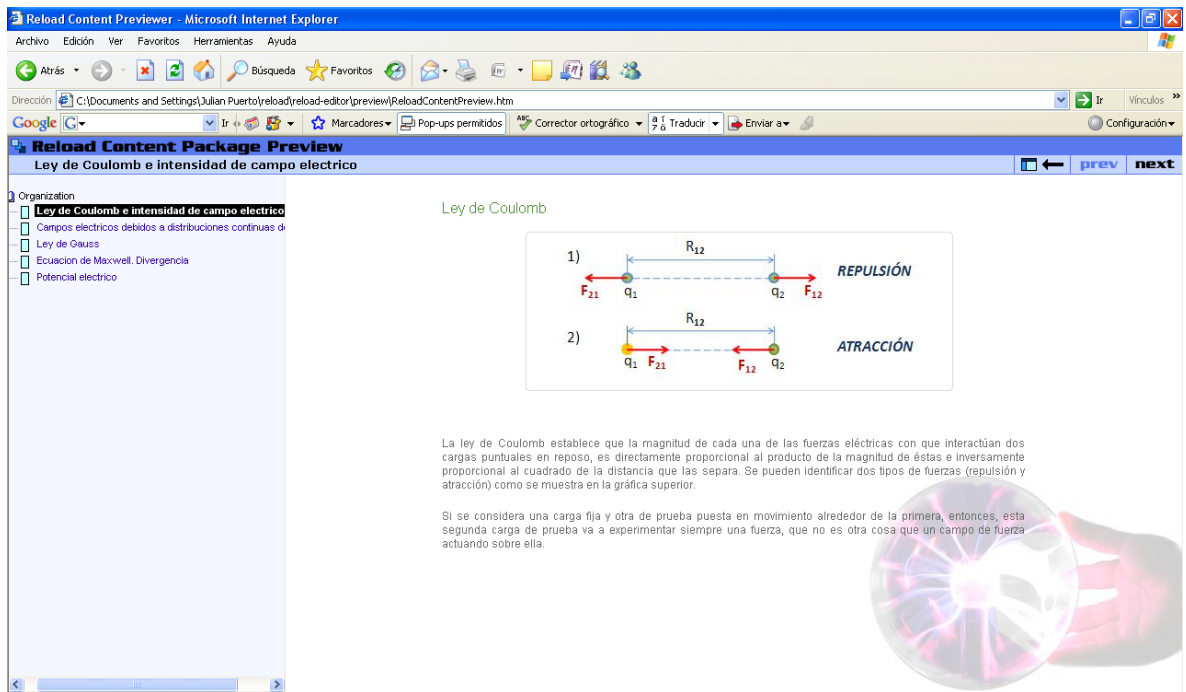


Figura 65. Visualización objeto empaquetado.

Fuente: Autoría de los desarrolladores

- Paso 9: Por último se crea el paquete en formato zip. Esto se realiza a través del menú en “Archivo” donde se selecciona la opción “Crear paquete de contenido”.

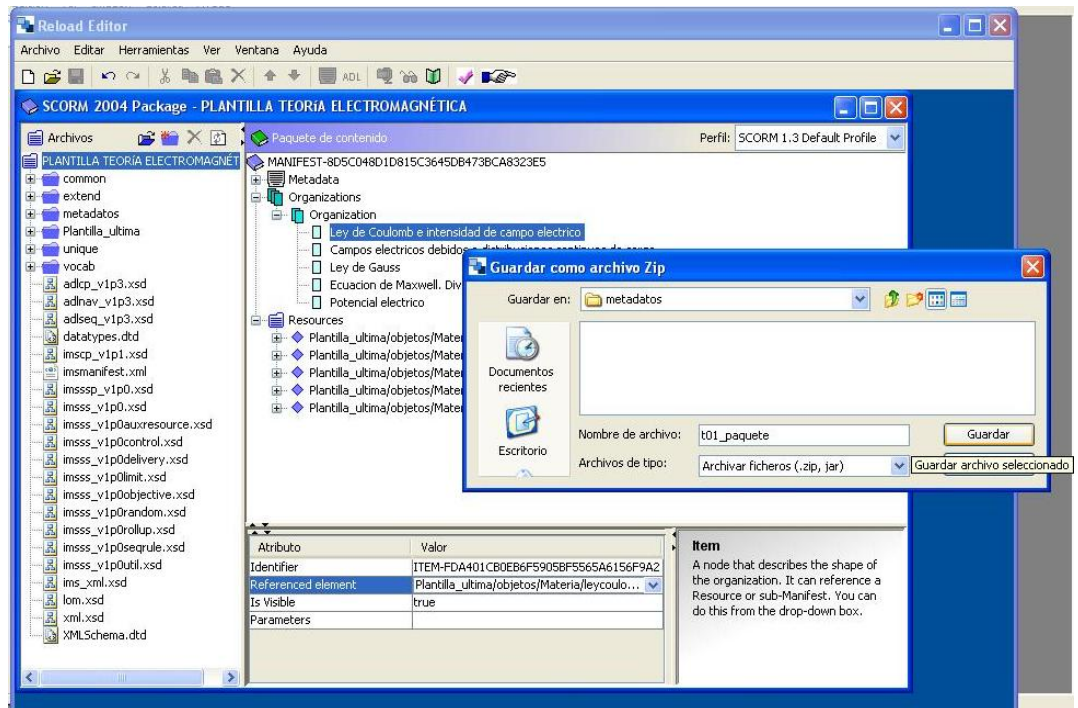


Figura 66. Guardando.

Fuente: Autoría de los desarrolladores

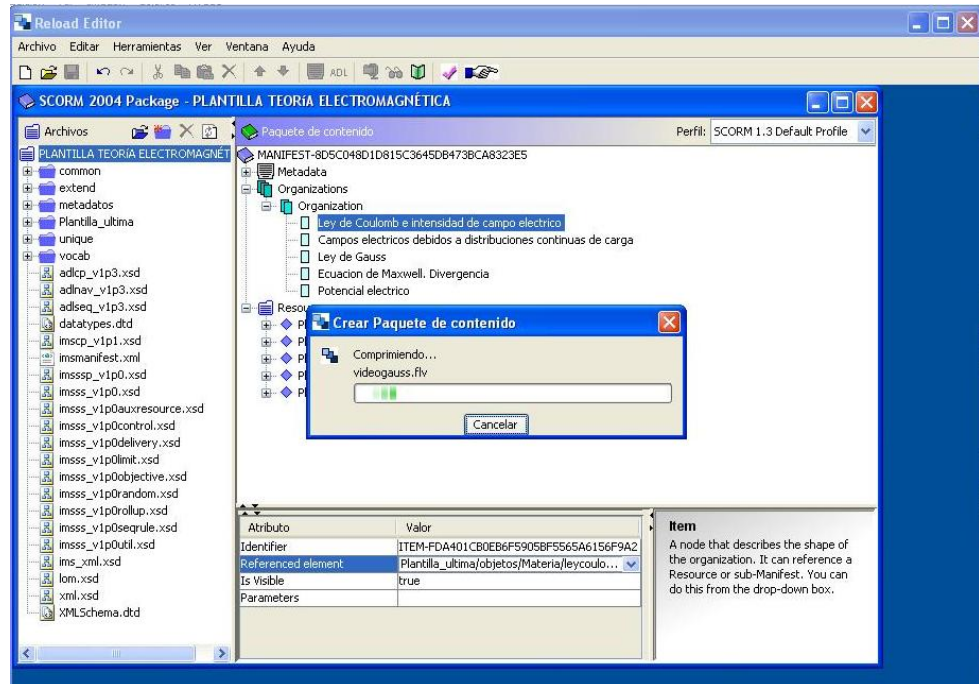


Figura 67. Comprimiendo.

Fuente: Autoría de los desarrolladores

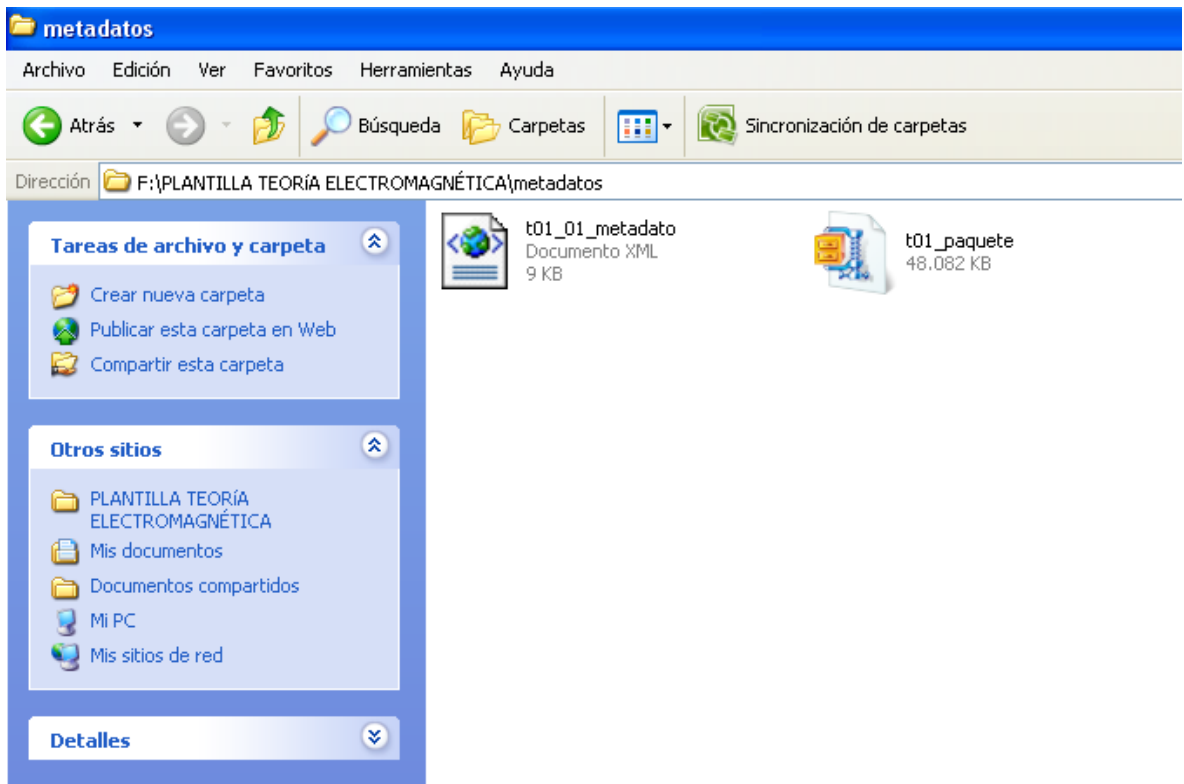


Figura 68. Fichero zip que contiene todo el paquete.
Fuente: Autoría de los desarrolladores

5. PORTAL WEB DEL PROFESOR JULIO CÉSAR CHACÓN VELASCO

Otra de las herramientas en pro del soporte pedagógico y del proceso de enseñanza aprendizaje es el portal del profesor, durante esta sección se muestran los servicios ofrecidos por éste. El portal es otro soporte en internet, por medio del cual se puede acceder a información personal y profesional acerca del docente y algunos enlaces de interés recomendados por el experto temático. El portal en su página de inicio cuenta con una ventana que puede ser utilizada por los usuarios para enlazarse con la plataforma e-escen@ri. La página de inicio se muestra en la figura 55.

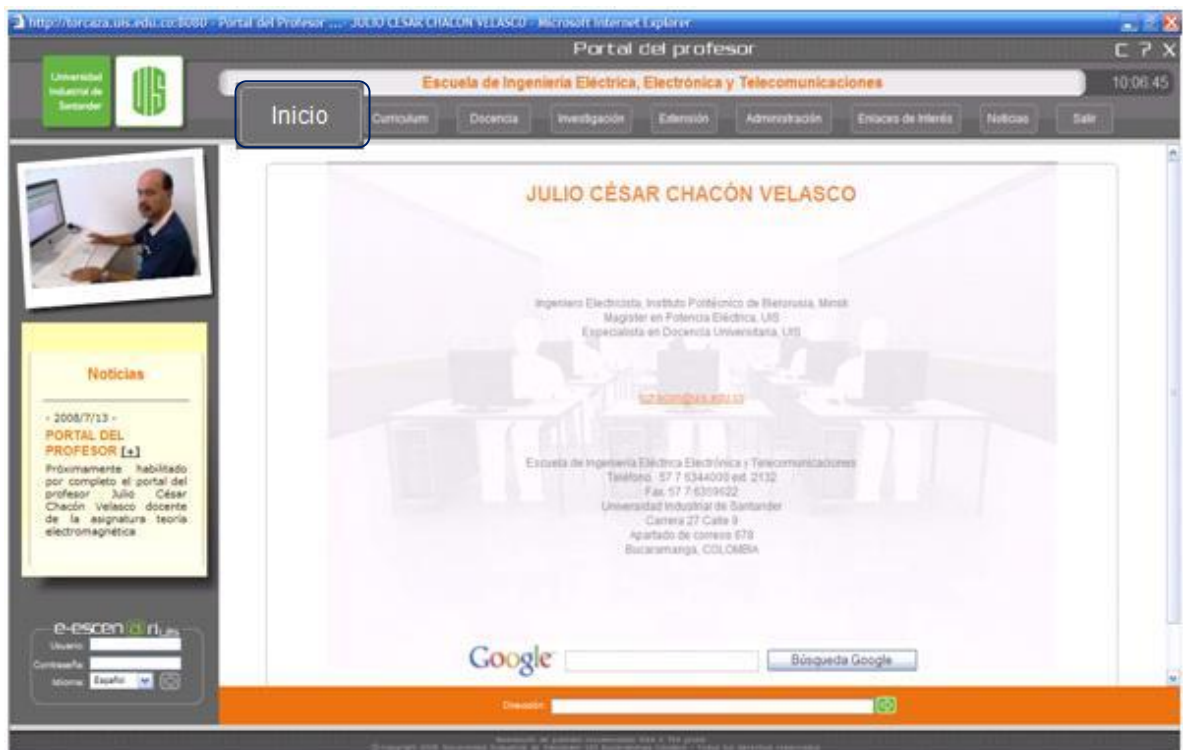


Figura 69. Página de inicio del portal del profesor Julio César Chacón Velasco

Fuente: Portal profesor Julio César Chacón Velasco

En la página de inicio del portal, se observa información general acerca del profesor como por ejemplo: foto, correo electrónico, teléfono, estudios de postgrado y pregrado entre otros. En la parte izquierda se encuentra una ventana donde se muestran algunas noticias que el profesor estima conveniente publicar. En la parte superior de la página de inicio se muestra una barra de enlaces con los que cuenta el portal. A continuación se muestran algunos ejemplos de cada uno de estos enlaces.

5.1 CURRICULUM

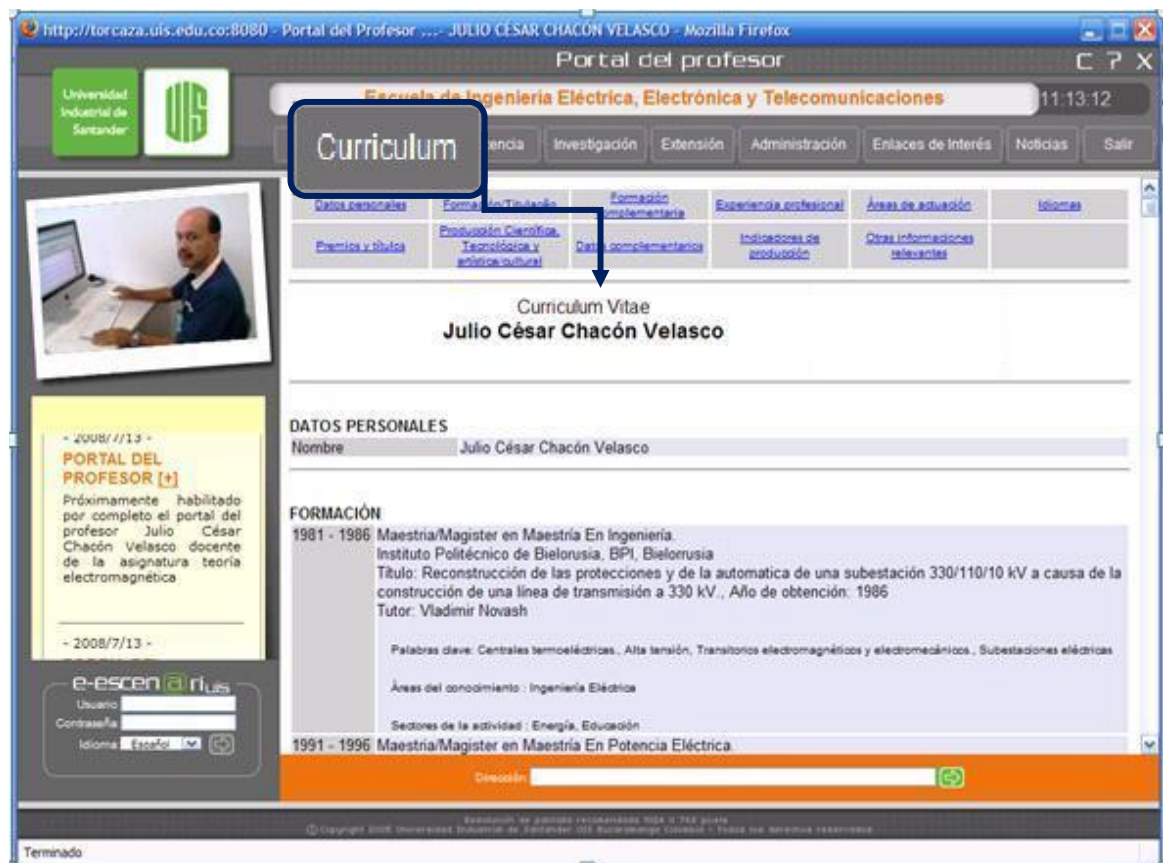


Figura 70. Enlace curriculum portal del profesor Julio César Chacón Velasco
 Fuente: Portal profesor Julio César Chacón Velasco

En este enlace se muestra en detalle la formación profesional del profesor Julio César Chacón Velasco. De forma general en este vínculo se encuentran datos personales, títulos, producción científica, tecnológica, formación complementaria y experiencia profesional.

5.2 DOCENCIA

En este enlace se encuentran las asignaturas en las cuales el profesor se desempeña (Teoría electromagnética). Se da una presentación de ellas, se enmarcan los objetivos de la asignatura y las estrategias empleadas en el proceso de enseñanza aprendizaje por el docente.

The screenshot displays the 'Portal del profesor' interface. At the top, the navigation menu includes 'Inicio', 'Docencia', 'Investigación', 'Extensión', 'Administración', 'Enlaces de Interés', 'Noticias', and 'Salir'. The 'Docencia' menu item is highlighted with a blue box. Below the navigation, the user's name 'JULIO CÉSAR CHACÓN VELASCO' and the title 'Docencia' are displayed. The main content area features a profile picture and a 'Noticias' section with a date '2008/7/13' and the title 'PORTAL DEL PROFESOR'. The main section is titled 'Teoría Electromagnética (23330)' and contains the following text:

Presentación:
El curso de Teoría Electromagnética es un curso preámbulo para las carreras ingeniería eléctrica y electrónica, que en su mayoría es de carácter teórico. Éste es la introducción temática al contenido de ambas carreras en general, en él se tratan los principios básicos de los campos electromagnéticos y sus diferentes características.

Objetivos y/o Competencias:

1. Revisar los conceptos electromagnéticos desde la perspectiva de la teoría del campo
2. introducir algunas aplicaciones de la teoría electromagnética
3. adiestrar al estudiante en el manejo y comprensión de las metodologías utilizadas para resolver problemas propios de campos electromagnéticos
4. estimular la capacidad de autoaprendizaje del estudiante por medio de un texto guía que facilita este propósito mediante la aplicación de una escala de dificultad graduada mediante la proposición de ejemplos numéricos y la interpretación de diversos ejemplos
5. desarrollar la capacidad del estudiante para identificar y formular problemas y obtener conclusiones en forma independiente

Figura 71. Enlace docencia portal del profesor Julio César Chacón Velasco
Fuente: Portal profesor Julio César Chacón Velasco

5.3 INVESTIGACIÓN

En este enlace se detallan los trabajos de investigación realizados por el profesor de la asignatura teoría electromagnética y se da una breve descripción de dichas investigaciones.



Figura 72. Enlace investigación portal del profesor Julio César Chacón Velasco

Fuente: Portal profesor Julio César Chacón Velasco

5.4 EXTENSIÓN

En este enlace se muestran cursos extras del docente y las labores de extensión realizadas por él.

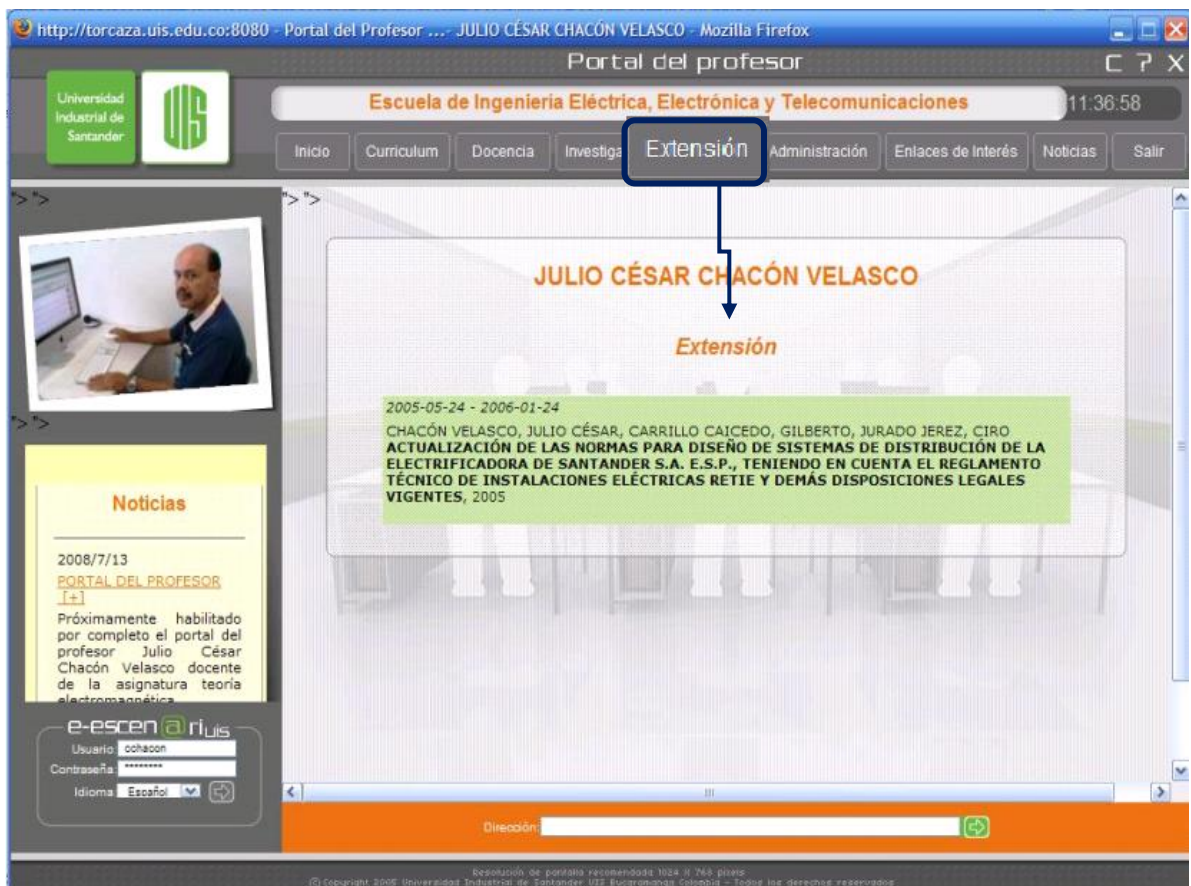


Figura 73. Enlace extensión portal del profesor Julio César Chacón Velasco
Fuente: Portal profesor Julio César Chacón Velasco

5.5 ADMINISTRACIÓN

En el enlace administración se muestran los cargos administrativos en los cuales el docente se ha desempeñado o se encuentra desempeñando actualmente.



Figura 74. Enlace administración portal del profesor Julio César Chacón Velasco

Fuente: Portal profesor Julio César Chacón Velasco

5.6 ENLACES DE INTERÉS

En este espacio se muestran algunos enlaces que el profesor considera de gran importancia para la formación de los estudiantes. Actualmente se encuentran páginas donde visualizan applets de física relacionados con el área de teoría electromagnética.

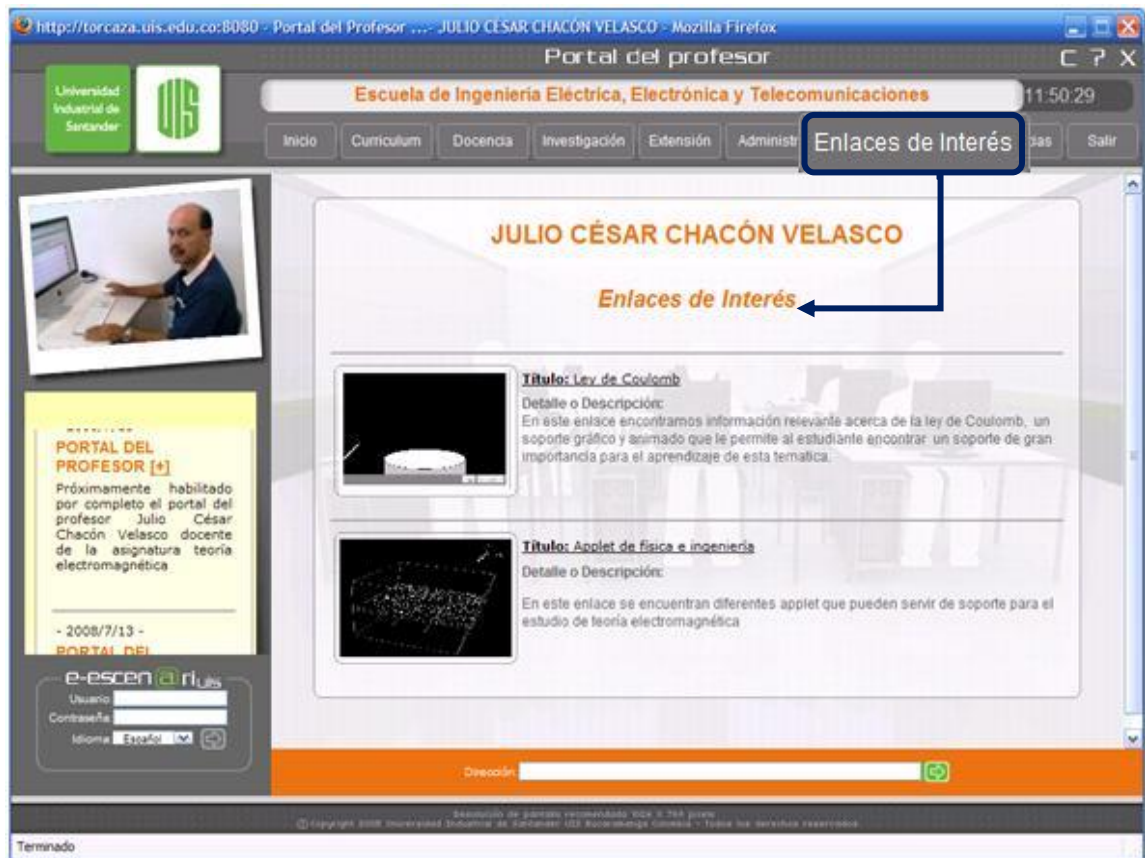


Figura 75. Enlaces de interés portal del profesor Julio César Chacón Velasco
Fuente: Portal profesor Julio César Chacón Velasco

5.7 NOTICIAS

En este enlace se encuentra información detallada de las noticias que se visualizan en la parte izquierda del portal. Estas noticias se comportan como un muy buen medio de comunicación entre estudiantes-profesor.

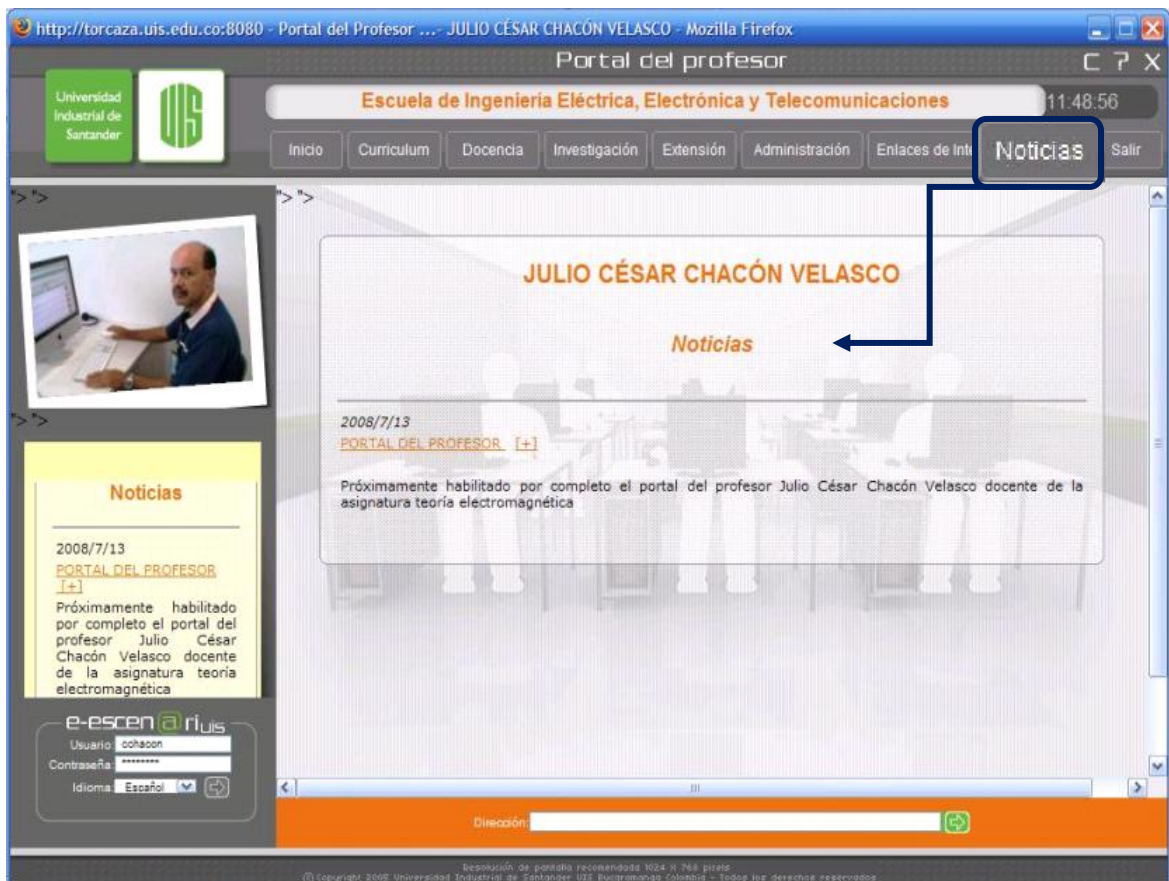


Figura 76. Enlaces de noticias del portal del profesor Julio César Chacón Velasco

Fuente: Portal profesor Julio César Chacón Velasco

CONCLUSIONES

- La realización de este proyecto nos permitió como ingenieros electricista y electrónico, complementar la visión y la aplicabilidad de la asignatura en temas ingenieriles afines a nuestras carreras.
- El desarrollo del diseño instruccional nos implicó como desarrolladores retomar y fortalecer nuestros conocimientos acerca de la asignatura y así aportar ideas que en conjunto con las del experto temático nos hicieron posible estructurarla y planificarla, esto con el fin de plantear competencias en los estudiantes que puedan ser evaluadas.
- El diseño instruccional de la asignatura teoría electromagnética soportó el diseño y desarrollo de un objeto de aprendizaje, que brinda al estudiante una serie de recursos didácticos acoplados a los diferentes estilos de aprendizaje, cumpliendo así con el enfoque pedagógico hacia el aprendizaje significativo en la asignatura.
- El uso de las TIC's en el ámbito educativo lleva a la transformación de la práctica docente, creando escenarios virtuales de enseñanza – aprendizaje que en cualquier lugar y momento son de fácil acceso. Además el estudiante encuentra en ellas nuevas alternativas que estimulan y desarrollan sus capacidades en el proceso de formación.
- La organización del portal web del profesor Julio César Chacón Velasco brinda un nuevo escenario informativo que le es útil al estudiante para mantenerse actualizado en temas de interés, links relacionados con la asignatura, noticias, notas e información relacionada con el docente.

RECOMENDACIONES

- Dar continuidad a este trabajo mediante el desarrollo de los demás objetos de aprendizaje de la asignatura teoría electromagnética para que los estudiantes logren un integro desarrollo de sus competencias.
- Es importante que los futuros desarrolladores hagan un estudio profundo del diseño instruccional desarrollado en este proyecto con el fin de entender el objetivo de los objetos de aprendizaje y así poder crear recursos de calidad en pro del proceso formativo de los estudiantes.
- Incentivar el uso de los recursos de comunicación como el foro, chat y correo electrónico con el fin de promover y mejorar una cultura de aprendizaje en línea.
- Continuar promoviendo el aprendizaje por la web y la utilización de los recursos que brinda la Universidad Industrial de Santander a través del ProSPETIC con el fin de mejorar el proceso formativo del sistema educativo.

BIBLIOGRAFÍA

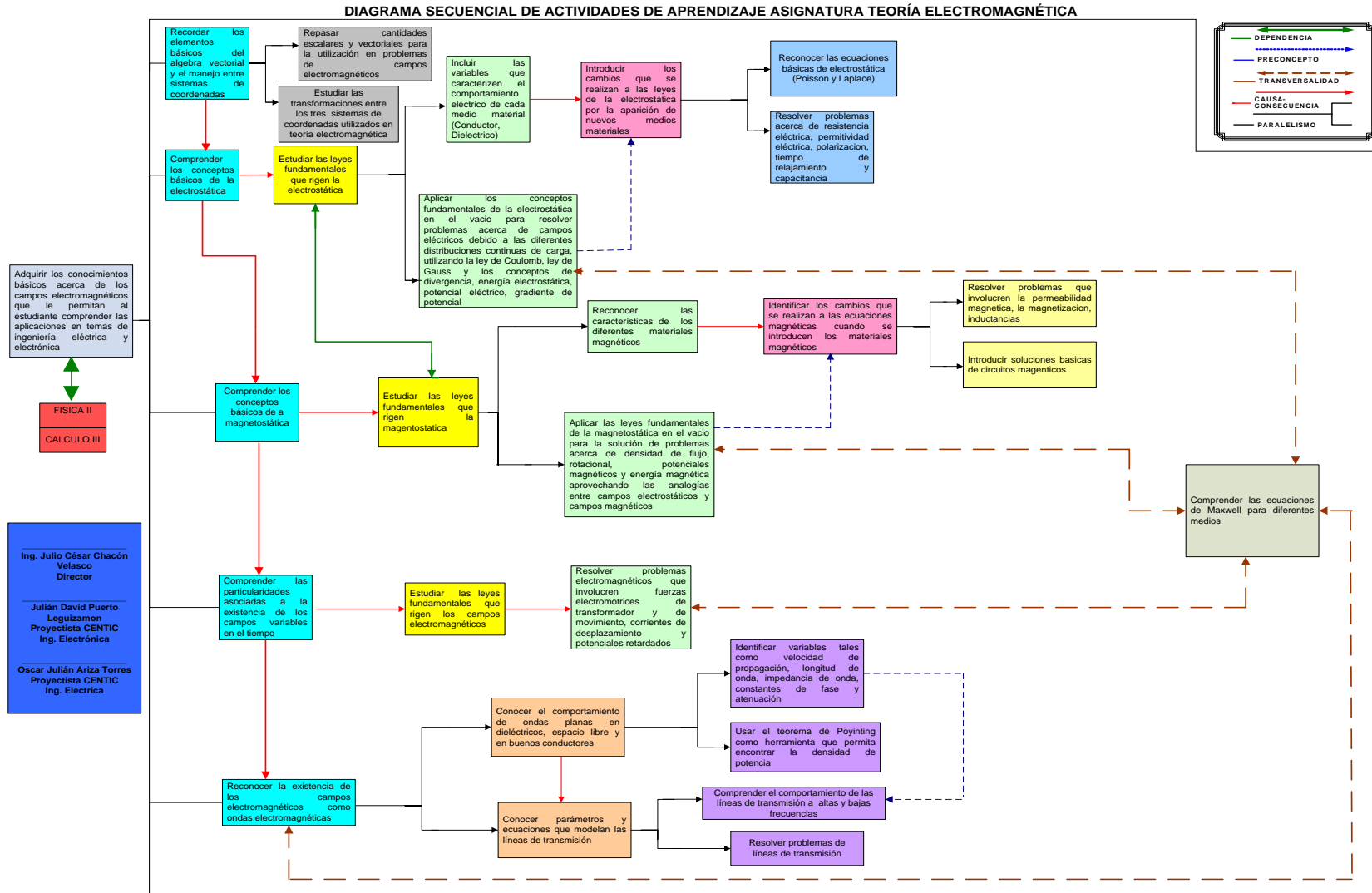
- [1] Universidad Industrial de Santander
http://www.uis.edu.co/portal/doc_interes/documentos/Formacion_por_Competiciones_Larrain.pdf
- [2] Universidad Metropolitana
http://ares.unimet.edu.ve/programacion/psfase3/modII/biblio/CONDUCTISMO_%20COGNITIVISMO_%20CONSTRUCTIVISMO.pdf
- [3] Universidad Nacional Experimental Politecnica de la Fuerza Armada Nacional.
<http://unefasancasimiro.wordpress.com/2006/11/19/estilos-de-aprendizaje/>
- [4] PEÑA, Clara., Resumen ProSPETIC UIS, Bucaramanga, 2007.
Resumen ejecutivo del Proyecto “Soporte al Proceso educativo UIS mediante Tecnologías de Información y Comunicación – ProSPETIC” de la Universidad Industrial de Santander.
- [5] ARELLANO, Chadwick, Aplicación de estándares tecnológicos al e-learning para desarrollar sistemas de enseñanza-aprendizaje
http://www.cecyl14.ipn.mx/Memorias%20CIIE/documents/c/c13/c13_11.pdf
- [6] VARGAS Z, Fernando, La formación por competencias.
<http://www.redagora.org.ar/paginas/proyectos/Banco%20Documental%202.0/Temas/Salud/Libros%20-%20Publicaciones/Gestion%20de%20la%20capacit%20en%20las%20organizaciones.pdf>
- [7] Universidad Diego Portales(Chile)
http://www.udp.cl/docencia/diplomadodocencia/docs/est_form_competencias/analisis_funcional-divesup.pdf
- [8] Compendio del Seminario Internacional "Currículo universitario basado en competencias" organizado por CINDA y la Universidad del Norte el 25 y 26 de julio de 2005.

http://books.google.com/books?id=ICNCJubGLmsC&printsec=frontcover&dq=Curriculo+Universitario+Basado+En+Competencias&sig=ntH7jyH_S0jTiDP5-1ESmvUaVf8#PPP1,M1

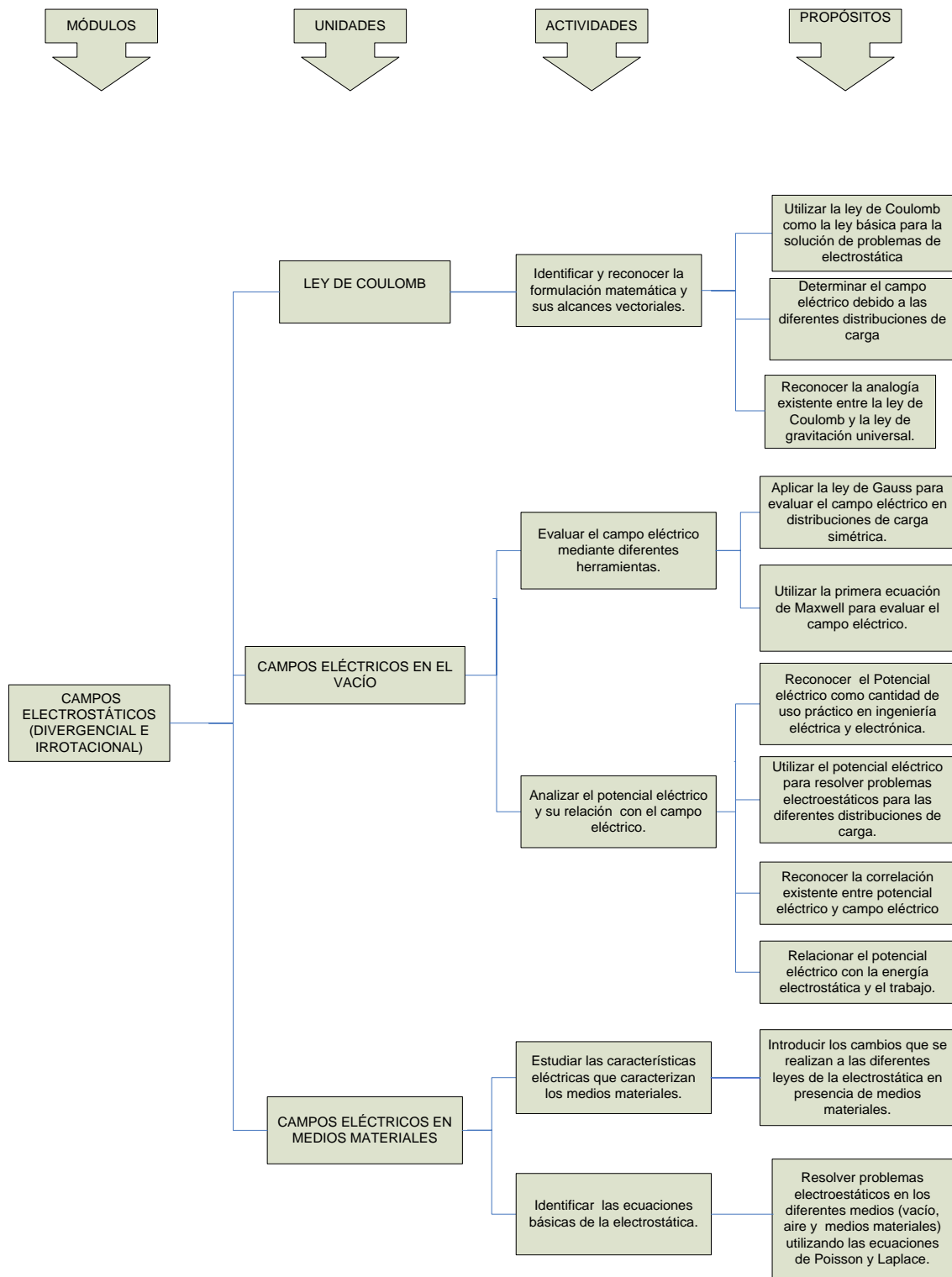
- [9] PEÑA, Clara, Un sistema de tutoría inteligente adaptativo considerando estilos de aprendizaje.
<http://gavilan.uis.edu.co/~clarenes/pdfs/publicaciones/ribie-udg-2002.pdf>
- [10] WILLIAM H. HAYT, JR. Teoría electromagnética. Quinta edición. Editorial McGRAW-HILL
- [11] M. SADIKU. Elementos de electromagnetismo. Segunda edición. Compañía editorial continental, S.A. DE C.V. MEXICO
- [12] EDWARD M. PURCELL. Electricidad y magnetismo. Volumen-2. Editorial Reverté, S.A.
- [13] <http://www.rae.es/rae.html>

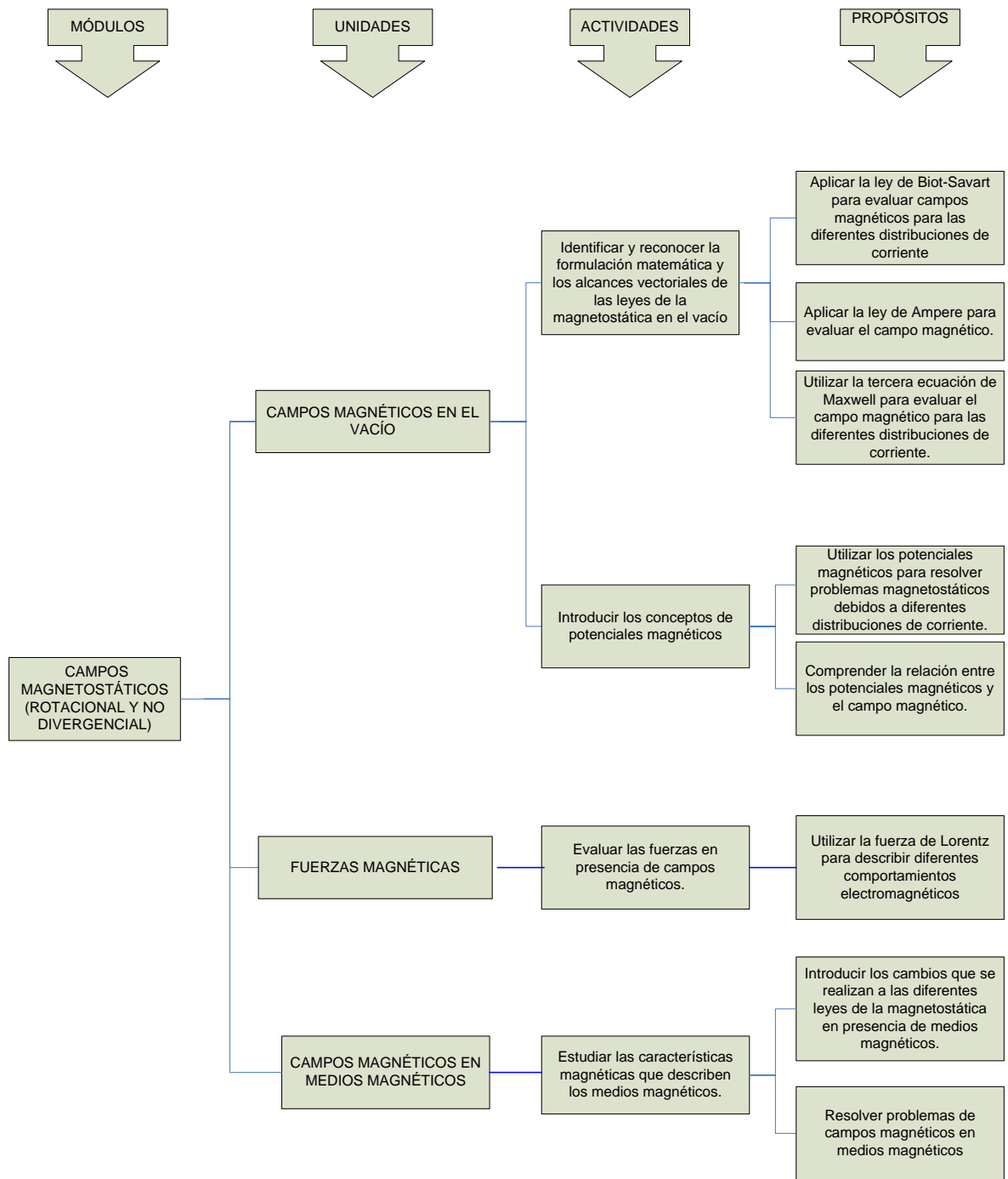
ANEXOS

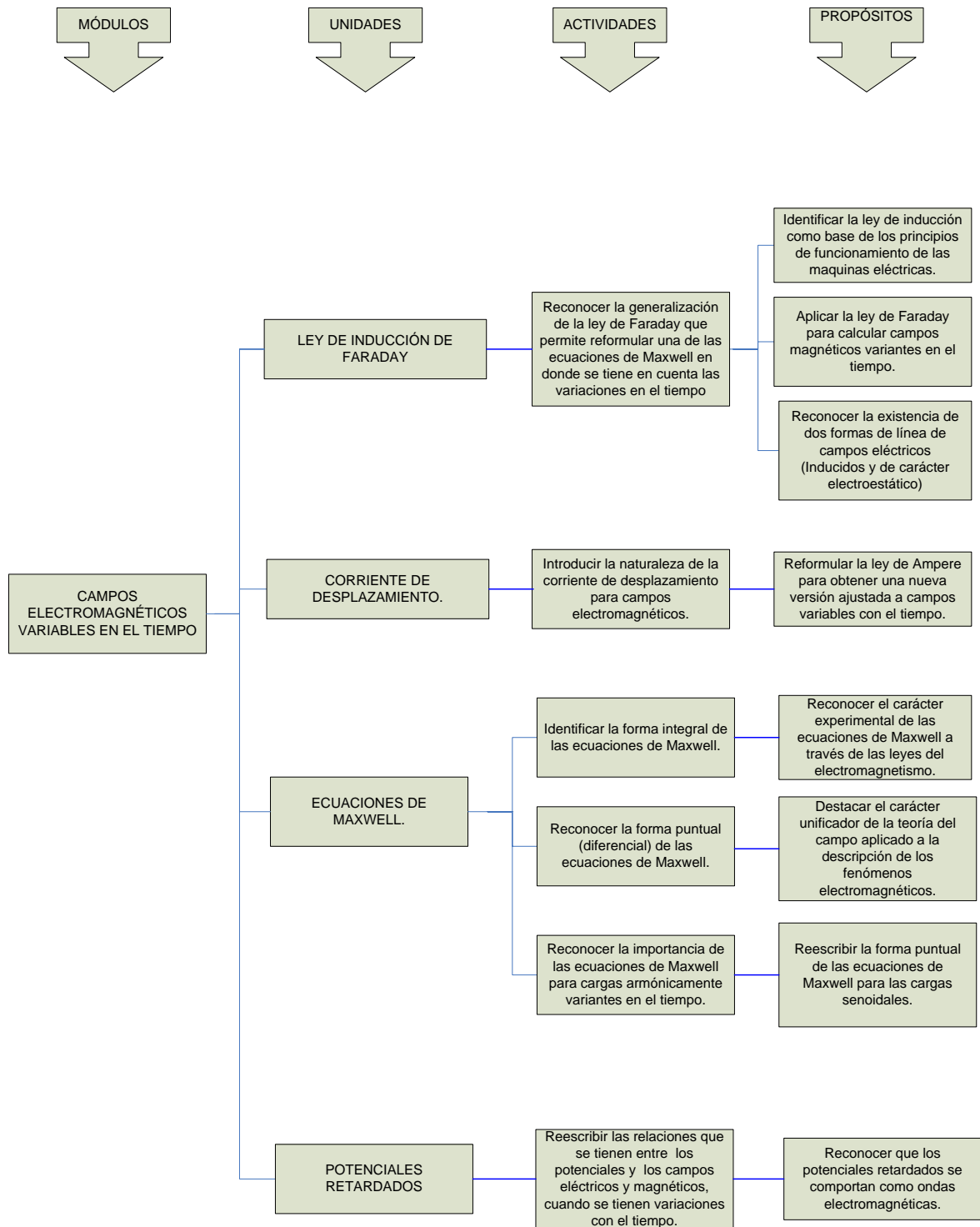
ANEXO 1. DIAGRAMA SECUENCIAL DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

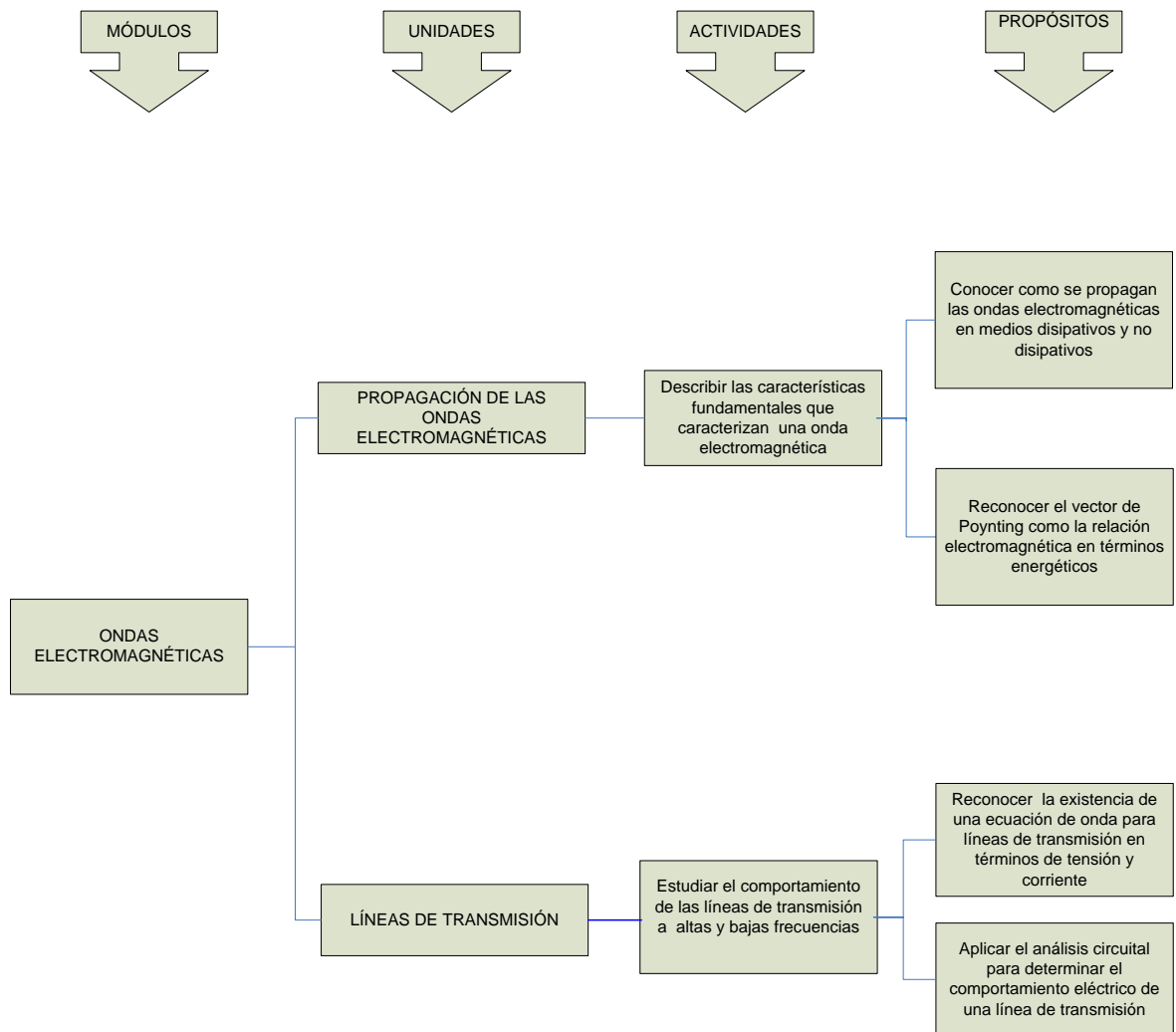


ANEXO 2. ESTRUCTURACIÓN MODULAR












ANEXO 3. TABLA DE SABERES - HACERES

  <p style="font-size: small;">CONSTRUIMOS FUTURO</p>	TEORIA ELECTROMAGNETICA	TABLA DE SABERES	 <p style="font-size: x-small;">Centro de Tecnologías de Información y Comunicación</p>
CAMPOS ELECTROSTÁTICOS (DIVERGENCIAL E IRROTACIONAL)			
CONTENIDOS	SABER	HACER	
<ul style="list-style-type: none"> • Ley de Coulomb 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reconocer los alcances vectoriales y la formulación matemática de ésta ley. 2. Definir el comportamiento del campo eléctrico a partir de la ley de Coulomb. 3. Analizar problemas de campos eléctricos en el vacío debidos a diferentes distribuciones de carga. 4. Observar la analogía existente entre la ley de Coulomb y la ley de gravitación universal. 5. Destacar que existen dos fuerzas diferentes de atracción y repulsión. 	<ol style="list-style-type: none"> a) Emplear la ley de Coulomb para la solución de problemas relacionados con campos eléctricos en el vacío (1, 3, 4, 5). b) Utilizar dicha ley para el estudio de campos eléctricos debidos a diferentes distribuciones de carga (1, 2, 3). 	
<ul style="list-style-type: none"> • Ley de Gauss 	<ol style="list-style-type: none"> 6. Identificar la formulación matemática de la ley de Gauss. 7. Describir la relación existente entre campo eléctrico y densidad de flujo eléctrico a través de la permitividad eléctrica. 8. Interpretar las analogías existentes entre flujo eléctrico y la mecánica de fluidos. 9. Reconocer la ley de Gauss como herramienta para la solución de 	<ol style="list-style-type: none"> c) Utilizar la ley de Gauss para el estudio de campos eléctricos debidos a distribuciones de carga simétricas (6, 7, 9). d) Calcular el flujo eléctrico que pasa a través de cualquier superficie cerrada para el desarrollo de problemas de ingeniería (6, 8, 9, 10). e) Emplear la ley de Gauss en conjunto con la teoría del campo para evaluar campos eléctricos debidos a distribuciones asimétricas (6, 9, 10). 	

	<p>problemas de campos eléctricos.</p> <p>10. Estudiar la aplicación matemática de la divergencia sobre la ley de Gauss para dar origen a la primera ecuación de Maxwell.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> Potencial eléctrico 	<p>11. Relacionar el potencial eléctrico con el campo eléctrico de tal manera que se pueda establecer la correlación existente con la ley de Coulomb.</p> <p>12. Señalar el potencial eléctrico como la cantidad de uso práctico que puede ser cuantificada.</p> <p>13. Comprender la relación existente entre energía, trabajo y potencial eléctrico.</p> <p>14. Establecer por medio de la teoría del campo la relación existente entre campo eléctrico y campo de potencial (gradiente de potencial).</p>	<p>f) Utilizar el potencial eléctrico para resolver problemas electrostáticos para las diferentes distribuciones de carga (11, 12, 13, 14).</p> <p>g) Emplear la relación entre campo eléctrico, energía electrostática y potencial eléctrico como una herramienta que nos permite crear una relación entre la teoría y la práctica (12, 13).</p>
<ul style="list-style-type: none"> Medios materiales 	<p>15. Comprender que los campos eléctricos también funcionan en medios diferentes al vacío.</p> <p>16. Identificar los diferentes materiales conductores y dieléctricos de uso ingenieril.</p> <p>17. Definir la ley de Ohm como la relación existente entre densidad de corriente eléctrica y campo eléctrico a través de la conductividad eléctrica.</p> <p>18. Determinar la diferencia entre un conductor y un dieléctrico a través de la teoría de bandas.</p>	<p>h) Introducir los cambios necesarios a las diferentes leyes de la electrostática por la aparición de nuevos medios materiales (15, 16, 18).</p> <p>i) Resolver problemas de campos eléctricos en diferentes medios (vacío y material) (7, 15, 16, 18, 19).</p> <p>j) Analizar las particularidades de los campos eléctricos debido a las características propias de materiales conductores y dieléctricos (7, 18, 17).</p> <p>k) Encontrar la capacitancia a diferentes arreglos de pares de electrodos (7, 16, 20).</p> <p>l) Determinar el campo eléctrico e intensidad en un medio a partir de la información de los campos en otro medio, teniendo en cuenta las características</p>

	<p>19. Examinar la caracterización de la reacción de los dipolos ante campos eléctricos (polarización).</p> <p>20. Relacionar la carga de un par de electrodos con su diferencia de potencial (capacitancia).</p> <p>21. Analizar el comportamiento de los campos eléctricos en la frontera de dos materiales diferentes.</p>	eléctricas (7, 18, 19, 21).
<ul style="list-style-type: none"> • Ecuaciones de Poisson y de Laplace 	<p>22. Introducir las ecuaciones básicas de la electrostática en medios materiales (Poisson y Laplace).</p>	<p>m) Confrontar los diferentes tipos de problemas de campos eléctricos debidos a cualquier tipo de distribuciones de carga utilizando como herramienta las ecuaciones de Poisson y Laplace (22).</p> <p>n) Resolver los problemas electrostáticos utilizando las cuatro formas de escritura de las ecuaciones de Poisson y de Laplace (22).</p>

**CAMPOS MAGNETOSTÁTICOS.
(ROTACIONAL Y NO DIVERGENCIAL)**

CONTENIDOS	SABER	HACER
<ul style="list-style-type: none"> • Ley de Biot-Savart • Ley de Ampere • Ecuación rotacional de Maxwell. • Densidad de flujo. • Potenciales magnéticos. 	<p>23. Identificar las distribuciones de corriente filamentosas, superficial y volumétrica.</p> <p>24. Reconocer la formulación matemática y los alcances vectoriales de la ley de Biot-Savart.</p> <p>25. Reconocer la formulación matemática de la ley de Ampere.</p> <p>26. Identificar la formulación matemática de la tercera ecuación de Maxwell.</p> <p>27. Relacionar el campo magnético con la densidad de flujo magnético a través de la permeabilidad magnética.</p> <p>28. Relacionar el potencial magnético escalar con intensidad de campo magnético mediante el gradiente.</p> <p>29. Definir el potencial magnético vectorial y relacionarlo con la intensidad de campo magnético mediante el rotacional.</p>	<p>o) Evaluar campos magnéticos debido a diferentes distribuciones de corriente simétricas. (23, 24, 25, 27).</p> <p>p) Hallar la intensidad de campo magnético para distribuciones de corriente no tan simétricas a través del teorema de Stokes y la introducción del rotacional. (26).</p> <p>q) Hallar intensidad de campo magnético cuando la densidad de corriente volumétrica sea cero. (28)</p> <p>r) Hallar intensidad de campo magnético cuando la densidad volumétrica sea diferente de cero. (24, 25, 29)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Fuerzas magnéticas. 	<p>30. Identificar fuerza magnética cuando la carga está en movimiento en presencia de un campo magnético.</p> <p>31. Reconocer el concepto de momento dipolar magnético.</p>	<p>s) Hallar fuerzas magnéticas sobre conductores portadores de corriente.(30)</p> <p>t) Hallar torca y momentos vectoriales debidos a fuerzas magnéticas. (30 ,31)</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Medios magnéticos • Condiciones magnéticas de frontera • Energía magnética. • Inductancia e inductancia mutua. • Circuitos magnéticos. 	<p>32. Clasificar los medios en magnéticos y no magnéticos.</p> <p>33. Considerar las respuestas magnéticas propias de los medios magnéticos.</p> <p>34. Comprender la naturaleza magnética de los medios magnéticos. (magnetización)</p> <p>35. Analizar el comportamiento del campo magnético en fronteras.</p> <p>36. Relacionar campo magnético, densidad de flujo y potencial magnético escalar con energía magnética.</p> <p>37. Relacionar el flujo magnético y corriente con inductancia.</p> <p>38. Entender el concepto de reluctancia en circuitos magnéticos.</p>	<p>u) Hallar intensidad de campo magnético y densidad de flujo magnético en medios magnéticos. (27, 32 , 33, 34)</p> <p>v) Evaluar el campo magnético cuando se pasa de un medio a otro medio.(27, 34, 35)</p> <p>w) Resolver problemas magnetostáticos relacionados con energía magnética para diferentes medios magnéticos. (36)</p> <p>x) Encontrar inductancias e inductancias mutas en conductores portadores de corriente. (36, 37)</p> <p>y) Solucionar problemas magnetostáticos para circuitos magnéticos. (32, 33, 38)</p>
--	---	--

**CAMPOS ELECTROMAGNETICOS
VARIABLES EN EL TIEMPO**



CONTENIDOS	SABER	HACER
<ul style="list-style-type: none"> Ley de Faraday 	<p>39. Estudiar el comportamiento de los campos electromagnéticos variables en el tiempo utilizando la ley de Faraday.</p> <p>40. Relacionar la ley de Faraday con el comportamiento de los campos electromagnéticos en la teoría de las máquinas eléctricas.</p> <p>41. Determinar fuerzas electromagnéticas en trayectorias estáticas afectadas por campos magnéticos variables con el tiempo.</p> <p>42. Calcular fuerzas electromagnéticas en trayectorias que se mueven afectadas por campos magnéticos constantes uniformes.</p> <p>43. Reconocer la existencia de dos formas de línea de campos eléctricos.</p>	<p>z) Reconocer el comportamiento electromagnético de los principios de funcionamiento de las máquinas eléctricas a través de la ley de inducción de Faraday (39, 40, 41, 42).</p> <p>aa) Estudiar los campos electromagnéticos variables en el tiempo presentes en diferentes problemas de ingeniería (39, 40, 41, 42, 43).</p> <p>ab) Analizar las fuerzas electromotrices de transformador y de movimiento inducidos en circuitos eléctricos (39, 41, 42).</p>
<ul style="list-style-type: none"> Corriente de desplazamiento 	<p>44. Generalizar la ley de Ampere a través de la introducción de una corriente total que involucra la corriente de conducción y la corriente de desplazamiento.</p> <p>45. Relacionar la ley de Ampère con la ecuación de continuidad y con la ley de corrientes de Kirchoff.</p> <p>46. Reformular las ecuaciones de Maxwell teniendo en cuenta las variaciones en el tiempo.</p> <p>47. Identificar la forma de las ecuaciones de Maxwell para campos armónicamente</p>	<p>ac) Calcular las corrientes en conductores y dieléctricos producto de campos eléctricos variables en el tiempo (44, 45, 46, 47).</p> <p>ad) Aplicar la ecuación de continuidad para la solución de problemas que involucren conductores y dieléctricos (44, 45).</p>

	variables en el tiempo.	
<ul style="list-style-type: none"> • Potenciales retardados. 	<p>48. Interpretar los campos electromagnéticos como forma particular de materia.</p> <p>49. Reescribir los potenciales retardados como ondas electromagnéticas.</p>	<p>ae) Solucionar problemas de campos electromagnéticos variables en el tiempo trabajándolos como ondas electromagnéticas (49).</p> <p>af) Identificar los potenciales retardados variables en el tiempo como herramienta para el estudio de las comunicaciones (48, 49).</p>

ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS

CONTENIDOS	SABER	HACER
<ul style="list-style-type: none"> Propagación de ondas electromagnéticas. 	50. Describir una ecuación de onda para medios no disipativos. 51. Describir una ecuación de onda para medios disipativos. 52. Reconocer el carácter oscilatorio de las ondas electromagnéticas 53. Destacar el desfase de 90° entre el campo eléctrico y campo magnético en una onda electromagnética. 54. Analizar el fenómeno de efecto piel en buenos conductores. 55. Describir el vector de Poynting en términos de potencia y energía electromagnética.	ag) Comprender la propagación de una onda electromagnética en el vacío. (7, 27, 50, 52, 53). ah) Comprender la propagación de una onda electromagnética en un dieléctrico. (7, 27, 50, 51, 52, 53). ai) Comprender la propagación de una onda electromagnética en un conductor. (7, 16, 27, 51, 52, 53, 54). aj) Encontrar potencia promedio en propagación de ondas electromagnéticas. (55).
<ul style="list-style-type: none"> Líneas de transmisión 	56. Conocer los parámetros de una línea de transmisión. 57. Reconocer la formulación matemática de las ecuaciones de una línea de transmisión.	ak) Evaluar el comportamiento de las diferentes cantidades eléctricas de una línea de transmisión a frecuencias altas y bajas en coaxiales, líneas bialámbricas y conductores planos. (56, 57)

ANEXO 4. PLANEACIÓN CURRICULAR

 <p style="font-size: small;">CONSTRUIMOS FUTURO</p>	TEORIA ELECTROMAGNETICA		
	PLANEACIÓN CURRICULAR		
	<p>Enfoque: El estudio y análisis de esta planeación curricular está dirigido hacia el aprendizaje significativo ya que en la asignatura Teoría Electromagnética se busca apoyar el desarrollo cognitivo de los estudiantes con el fin de asociar y transferir conocimientos, además generar experiencias de aprendizaje haciendo una interiorización de conocimientos, habilidades y destrezas, con la estimulación de técnicas que complementen e enriquezcan el proceso de enseñanza aprendizaje.</p>		
	Escenarios	Tiempo (horas)	
	<ul style="list-style-type: none"> Salón de clase Externo: biblioteca, internet, casa, centro de estudios y CENTIC. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 64 ✓ 128 	

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE	TECNICAS	INSTRUMENTOS DE EVALUACION
<p>➤ Aprendizaje individual</p> <p>Con esta estrategia se busca desarrollar en los estudiantes, sus funciones individuales de reflexión, análisis y comprensión de los contenidos de la asignatura Teoría electromagnética.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Consulta: Este método de aprendizaje dentro del aprendizaje individual está orientado a crear iniciativas de reflexión y generar dudas en el estudiante acerca de los temas de consulta. Esta consulta va dirigida al estudio previo por parte de los estudiantes antes de abordar los contenidos, con el fin de crear una idea de lo que se va a afrontar y a su vez fomentar el espíritu investigativo de los alumnos. 2. Resolución y análisis de problemas: Debido a que la asignatura es mas de carácter teórico que práctico, la resolución y el análisis de problemas para el aprendizaje individual es una técnica de aprendizaje que desarrolla en el estudiante la capacidad de análisis y comprensión de los contenidos temáticos, además crea en él la habilidad de plantear soluciones a problemas utilizando los conocimientos ya adquiridos, y de ésta manera genera la auto 	<p>Informe [1]</p> <p>El informe es un instrumento que mide el grado de comprensión de algún contenido, por ello es planteado como herramienta de evaluación de la consulta.</p>

	critica e incentiva, la búsqueda y el manejo de recursos.	Preguntas informales [1,3]
<p>➤ Aprendizaje interactivo</p> <p>Esta estrategia busca crear e incentivar una interacción de los estudiantes con lo tecnológico basándose en técnicas ligadas al soporte en línea.</p>	<p>3. Foro portal web: Este foro permite a los estudiantes postular dudas, opiniones e inquietudes acerca de la asignatura en general, las cuales están sujetas a respuestas y sugerencias de los mismos estudiantes y del profesor. Es un foro abierto donde cualquiera puede empezar un nuevo tema de debate cuando quiera. La idea es que éste foro sirva de soporte a los estudiantes y al profesor en casos que quizá no son abordados en clase por posibles limitaciones de tiempo y espacio. Preferiblemente se busca que sean opiniones cortas en base a fundamentos sólidos, que permitan hacer más amena la utilización de éste a sus participantes.</p> <p>4. Chat: El uso del chat como técnica del aprendizaje interactivo permite al estudiante la utilización de un recurso virtual de la asignatura al cual aprendizaje puede recurrir para generar espacios de discusión, comentar sobre cualquier cosa relacionada con la asignatura y temas afines. Este método estimula al estudiante a mejorar la comunicación escrita, a generar temas de discusión, explotar sus habilidades en las relaciones interpersonales y fomentar un espíritu de liderazgo.</p> <p>5. Objeto de aprendizaje (TEM): El objeto de aprendizaje relacionado con la temática fundamentos básicos de electromagnetismo es un método para abordar el aprendizaje basado en objetos de aprendizaje ya que por su variedad de recursos tales como documentos soporte, videos, animaciones, aplicativos y gráficos los cuales están soportados en los estilos de aprendizaje de Felder y Silverman abarcan las diferentes formas de aprender de los estudiantes creando una cultura del aprendizaje permanente por medio de las Tics.</p>	<p>Las preguntas informales son un instrumento de seguimiento para la consulta y el foro ya que pueden medir que parte del conocimiento ha sido interiorizado por el estudiante.</p> <p>Parcial escrito[2,5,6,7,8]</p> <p>El parcial escrito es un instrumento para medir las destrezas y habilidades del estudiante al momento de solucionar problemas y ejercicios, por esto y por la naturaleza matemática de la asignatura es indispensable el planteamiento de este.</p>

<p>➤ Aprendizaje colaborativo</p> <p>El aprendizaje colaborativo como estrategia de enseñanza aprendizaje está enfocada a establecer una interdependencia positiva entre estudiantes y entre estudiantes profesor donde el aprendizaje sea constructivista y su fin común sea el avance en el conocimiento</p>	<p>6. Taller de ejercicios: Esta técnica de aprendizaje direccionada al aprendizaje colaborativo aumenta en el estudiante el sentido de responsabilidad tanto de su aprendizaje como el de sus compañeros, desarrollando habilidades para trabajos grupales, por medio de discusiones e intercambio de ideas y de esta manera conseguir un buen producto final colectivo.</p> <p>7. Socialización grupal: Este método de aprendizaje esta direccionado a establecer una realimentación de los contenidos, por medio del planteamiento de dudas por parte de los estudiantes y la socialización por parte del profesor acerca de las mismas. Estas dudas son el producto de la reflexión y análisis que se dan en las anteriores estrategias de enseñanza aprendizaje.</p>	<p>Gestor de evaluación [5,9].</p> <p>El gestor de evaluación es una herramienta que sirve de evaluación y autoevaluación del estudiante por ello se plantea como instrumento que sirva de medida de las aptitudes matemáticas del estudiante en el desarrollo de los ejercicios ubicados en el banco de ejercicios del portal web del docente Julio Cesar Chacón Velasco.</p> <p>Participación activa [3,4]</p> <p>Es importante mantener la motivación y despertar el interés en el estudiante, por ello una evaluación estadística y posterior remuneración en las participaciones del chat y del foro, sirven como instrumento de evaluación.</p>
---	---	---

<p>➤ Aprendizaje basado en problemas</p> <p>Teoría electromagnética es una asignatura donde los principios teóricos se ven aplicados en el análisis y resolución de ejercicios y problemas, por ello esta estrategia de aprendizaje es importante para el desarrollo de habilidades y destrezas en el planteo de soluciones</p>	<p>8. Análisis de ejercicios: Nuestra asignatura siempre parte del soporte teórico para al final poder aplicar los conocimientos en la interpretación de ejercicios en donde se pone en práctica todo lo visto de la temática, por lo que esta técnica aumenta en el estudiante la capacidad de análisis y a su vez genera en él competencias de agilidad, capacidad de análisis y síntesis, toma decisiones y eficiencia en la solución, todo esto hoy conocido como competencias transversales.</p> <p>9. Banco de ejercicios (portal web): Este es un método de aprendizaje el cual está soportado en un número de ejercicios desarrollado por proyectistas y el docente de la asignatura. Dichos ejercicios se encuentran en la plataforma escen@ri para que el estudiante acceda a ellos, los confronte y resuelva, ampliando sus competencias en la solución y análisis de problemas afines con la asignatura.</p>	
--	--	--

COMPETENCIAS TRANSVERSALES.

En la planeación curricular están implícitas las competencias transversales las cuales son recopilación de un grupo de destrezas, conocimientos y actitudes que todas las personas precisan para su desarrollo personal, así como para ser estudiantes activos e integrados en la sociedad. Las competencias trasversales son asumidas de tres tipos:

- **Personales:** las cuales se refieren al trabajo en equipo, habilidades en las relaciones interpersonales, razonamiento crítico y al compromiso ético de los estudiantes. En la asignatura se promueven competencias tales como:
 - Generar la auto crítica e incentivar la búsqueda y el manejo de recursos.
 - Desarrollar habilidades en las relaciones interpersonales
 - Fomentar un espíritu de liderazgo.
 - Desarrollar habilidades para trabajos grupales, por medio de discusiones e intercambio de ideas.

- **Instrumentales:** Hacen referencia a las capacidades de análisis, síntesis, organización, planificación, comunicación oral y escrita, conocimientos de informática al ámbito de estudio, resolución de problemas y toma de decisiones. En la asignatura se promueven competencias tales como:
 - Crear iniciativas de reflexión y generar dudas en el estudiante acerca de los temas de consulta.
 - Fomentar el espíritu investigativo de los alumnos.
 - Desarrollar en el estudiante la capacidad de análisis y comprensión de los contenidos temáticos.

- Crear en los estudiantes la habilidad de plantear soluciones a problemas utilizando los conocimientos ya adquiridos.
 - Crear una cultura del aprendizaje permanente por medio de las Tics.
 - Motivar la comunicación oral y escrita.
 - Aumenta en el estudiante la capacidad de análisis, agilidad, síntesis, toma decisiones y eficiencia en la solución de ejercicios.
- Participativas: Este tipo de competencias transversales tratan sobre la predisposición al entendimiento interpersonal así como a la comunicación y cooperación con los otros demostrando un comportamiento orientado al grupo. En la asignatura se promueven competencias tales como:
 - Expresar ideas en base de fundamentos sólidos.
 - Mejorar la comunicación escrita en los estudiantes.
 - Mejorar habilidades en las relaciones interpersonales.
 - Aumenta en el estudiante el sentido de responsabilidad tanto de su aprendizaje como el de sus compañeros.

Una vez aclarado el concepto de competencia transversal es fácil identificarlas en la planeación curricular, un ejemplo es el siguiente:



En la técnica 1 que es la consulta se pueden identificar las siguientes competencias transversales.

“**Consulta:** Este método de aprendizaje dentro del aprendizaje individual está orientado a crear *iniciativas de reflexión* y generar dudas en el estudiante acerca de los temas de consulta. Esta consulta va dirigida al estudio previo por parte de los

estudiantes antes de abordar los contenidos, con el fin de crear una idea de lo que se va a afrontar y a su vez **fomentar el espíritu investigativo** de los alumnos.”

- Crear iniciativas de reflexión.
 - Fomentar el espíritu investigativo de los alumnos.
-

ANEXO 5. GUÍA DE MEDIOS DIDÁCTICOS

 <p style="text-align: center;">CONSTRUIMOS FUTURO</p>	<h3>GUÍA DE MEDIOS DIDÁCTICOS TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA</h3>	
<p>Actividad 1: Identificar y reconocer la formulación matemática y sus alcances vectoriales.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> • Ley de Coulomb e intensidad de campo 	<ul style="list-style-type: none"> • NÚCLEO DE CONOCIMIENTO: En éste núcleo se plasma una idea general de la ley de Coulomb identificando su analogía con la ley de gravitación universal y una introducción al concepto de intensidad de campo. Y lleva un gráfico que muestra las posibles fuerzas que experimentan las cargas eléctricas y las variables necesarias para determinarlas. • PDF: Documento en el cual se explica detalladamente (reseña histórica, formulación matemática y alcance vectorial) la Ley de Coulomb, la analogía con la Ley de gravitación universal, por último explicara el concepto de intensidad de campo y su relación con la ley de Coulomb. • VIDEO: Se realizan dos videos. Uno producido por los desarrolladores en conjunto con el experto temático, en el cual él plasma la representación matemática de la ley y sus alcances vectoriales y sus principales características. El segundo es un video editado de un programa llamado The mechanical universe and beyond que describe matemáticamente la ley de Coulomb y su analogía con la ley de gravitación universal. • APLICACIÓN: Se presentará una aplicación en la cual se observa la fuerza que ejerce una carga fija sobre otra de prueba representando magnitud y dirección del efecto resultante (campo eléctrico). El usuario será quien decide la ubicación de la carga de prueba y además el valor y la ubicación de las cargas adicionales. • ANIMACIÓN: Se mostrará una animación con su respectivo audio, en la que se plasme una idea clara de la fuerza que ejercen dos cargas puntuales de igual 	

	<p>polaridad, además ésta animación muestra una idea básica de cómo la fuerza eléctrica depende del cuadrado de la distancia al igual que la ley de gravitación universal, además de esto se percibirá la analogía con la ley de gravitación universal.</p> <ul style="list-style-type: none"> • GRÁFICOS: Se realizarán dos gráficos. En uno de esos gráficos se bosqueja una idea de cómo es la configuración de las líneas de campo para una configuración de dos cargas con polaridades diferentes. Otro de los gráficos muestra una idea de la forma en cómo dos cuerpos con masas diferentes poseen fuerzas de atracción al igual que lo podrían hacer dos cargas con polaridades distintas. Cada gráfico cuenta con un audio de respaldo que soporta el contenido del gráfico.
--	---

<ul style="list-style-type: none"> • Campos eléctricos debidos a distribuciones continuas de carga 	<ul style="list-style-type: none"> • NÚCLEO DE CONOCIMIENTO: Se plasma una idea en general de la formulación matemática de la ley de Coulomb que permite estudiar el comportamiento de los campos eléctricos debidos a diferentes distribuciones de carga para el vacío. • PDF: En éste documento se enuncia y explica de forma detallada la formulación matemática de la ley de Coulomb para el estudio de los campos eléctricos para distribuciones de cargas volumétricas, superficiales y lineales en el vacío. • ANIMACION: Se muestran dos animaciones una de las cuales trae tres animaciones internas. En la primera se animan tres gráficas que muestran los diferentes tipos de distribuciones continuas de carga (lineal, superficial y volumétrica) y las variables necesarias para determinar el campo eléctrico en ellas. La segunda que es la múltiple cuenta con tres animaciones por separado cada una con soporte auditivo incorporado, en ellas se muestra la notación vectorial y las componentes necesarias para determinar el campo eléctrico en cada una de las distribuciones.
---	--



GUÍA DE MEDIOS DIDÁCTICOS TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA



Actividad 2: Evaluar el campo eléctrico mediante diferentes herramientas.

- Ley de Gauss

- **NÚCLEO DE CONOCIMIENTO:** Se explica la utilidad de la ley de Gauss para el estudio de campos eléctricos para distribuciones de carga simétricas en el vacío.
- **PDF:** El documento se inicia con la explicación de un nuevo concepto que es la densidad de flujo eléctrico. Luego se explica de manera detallada y concisa la definición y formulación de la ley de Gauss y su aplicabilidad para el estudio de los campos eléctricos en distribuciones de carga simétricas y parte de la analogía que existe entre la ley y el estudio de los fluidos.
- **VIDEO:** Es un video editado de un programa llamado The mechanical universe and beyond en el que se explica la definición, aplicación y alcances vectoriales de la ley de Gauss. Dicho video es americano pero se nos otorgo el permiso de trabajar sobre él, y acomodarlo de la mejor manera para fines pedagógicos.
- **GRAFICO:** Se va a realizar un gráfico con soporte auditivo, en el que se muestra un cilindro, el cual encierra un área, y por medio de éste va a pasar un flujo eléctrico, y de esta forma bosquejar la idea básica de la Ley de Gauss
- **ANIMACION:** Se realizarán dos animaciones, en la primera se va a mostrar que la dirección del flujo en un elemento diferencial de superficie depende del vector intensidad de campo. Esta animación tendrá un audio que ayude a su mejor comprensión. La segunda es una animación en la cual el usuario por medio del mouse determina el radio de una superficie gaussiana y la animación arrojará el valor de la carga encerrada por dicha superficie, entre las posibles distribuciones esta superficial y volumétrica. Lo cual es el principio básico de la ley de Gauss.

<ul style="list-style-type: none"> • Ecuación de Maxwell-Divergencia 	<ul style="list-style-type: none"> • NÚCLEO DE CONOCIMIENTO: Se enuncia de forma general la definición de divergencia y su aplicación matemática utilizada por Maxwell en el estudio de los campos eléctricos. • PDF: Este documento se inicia explicando la aplicación matemática conocida como divergencia, luego la aplicación de ella a un elemento diferencial de volumen en los diferentes sistemas de coordenadas. Y en forma general ya la primera ecuación de Maxwell y su aplicabilidad al estudio de los campos eléctricos en el vacío. • ANIMACION: Se muestra una animación con su respectivo audio de soporte que relaciona el teorema de la divergencia y un elemento diferencial de volumen para llegar al planteo de la primera ecuación de Maxwell. • GRÁFICOS: Se incluirá un grafico que muestra la primera ecuación de maxwell en forma diferencial y en forma integral.
---	---



GUÍA DE MEDIOS DIDÁCTICOS TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA



Actividad 3: Analizar el potencial eléctrico y su relación con el campo eléctrico.

- Potencial eléctrico

- **NÚCLEO DE CONOCIMIENTO:** Se define en forma breve el potencial eléctrico, y su relación con el campo eléctrico y su utilidad en el estudio de los campos eléctricos para diferentes distribuciones de carga.
- **PDF:** Se mostrara detalladamente el potencial eléctrico y la incidencia que tiene éste para la solución de problemas electrostáticos de diferentes distribuciones de carga, también se mostrará al potencial como la cantidad de uso práctico en ingeniería eléctrica y electrónica. Por último se define su relación con energía electrostática.
- **VIDEO:** Se muestra un video hecho por los desarrolladores en el cual por medio de un experimento entre dos placas paralelas se mostrara el potencial eléctrico en diferentes puntos y además se demuestra la relación entre potencial eléctrico y campo eléctrico, y se resalta el por qué esta es la variable de uso práctico en nuestra ingeniería.



GUÍA DE MEDIOS DIDÁCTICOS TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA



Actividad 4: Estudiar las características eléctricas que caracterizan los diferentes medios materiales

- Campos eléctricos en medios materiales.

- **NÚCLEO DE CONOCIMIENTO:** Se plasma la idea general del comportamiento de los campos eléctricos en medios materiales y la incidencia de las características de los medios en el comportamiento de dichos campos.
- **PDF:** Se definen los campos eléctricos para medios materiales, además se explican los cambios que se deben realizar a las leyes de la electrostática por la presencia de medios diferentes al vacío.
- **Animaciones:** Se realizan tres animaciones, una en la que se muestra al estudiante los cambios en el campo eléctrico cuando es en el vacío y cuando el campo está en presencia de medios materiales. Se realiza una segunda en la que se muestra el principio de superposición aplicado a campos eléctricos en distintos materiales. Una tercera animación en la que se dibujan la dirección y magnitud del campo eléctrico para configuraciones de iguales características, en donde lo único que cambian son las propiedades de cada uno de los medios materiales.
- **Aplicativos:** Se realiza un aplicativo en el que el usuario determina el material en el que se va a calcular el campo eléctrico para una de varias configuraciones predeterminadas, en el aplicativo se determina la magnitud, dirección del campo total y se dibujan las líneas de campo.
- **VIDEO:** Se realiza un video producido por los desarrolladores en el que se exponen los tips más importantes del análisis de los campos eléctricos en diferentes medios.



GUÍA DE MEDIOS DIDÁCTICOS TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA



Actividad 5: Identificar las ecuaciones básicas de la electrostática

- Poisson y Laplace

- **NÚCLEO DE CONOCIMIENTO:** Se enuncian las formas de solucionar problemas de campos eléctricos en diferentes medios por medio de las ecuaciones básicas de la electrostática. Y se enuncian ambas leyes (Poisson y Laplace).
- **PDF:** Se definen por separado las ecuaciones de Poisson y Laplace y su aplicación en problemas de campos eléctricos en diferentes medios. Además se plasman las ventajas y desventajas de ambas leyes en problemas de electrostática. Se detallan los casos en los que es más conveniente utilizar cada una de las leyes
- **Animaciones:** Se realizan dos animaciones por separado, en la primera se aclara la aplicación de la ley de Poisson y sus alcances vectoriales en el estudio de campos electrostáticos. En la segunda se muestra un ejemplo en el que es posible aplicar la ley de Laplace denotando las diferencias en las condiciones con respecto a Poisson.
- **Aplicativos:** Se realiza un applet en el que se muestra un problema de campos electrostáticos y el usuario escoge cual de las dos leyes utilizar dependiendo las características propias del problema. El aplicativo arrojará resultados y mostrará si se escogió la mejor alternativa.
- **Gráficos:** Se realizan dos gráficas en las que se muestran las variables a tener en cuenta en la aplicación de cada una de las leyes.



GUÍA DE MEDIOS DIDÁCTICOS TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA



Actividad 6: Identificar y reconocer la formulación matemática y los alcances vectoriales de las leyes de la magnetostática en el vacío

- Ley de Biot-Savart

- **NÚCLEO DE CONOCIMIENTO:** En este núcleo se muestra de manera general la aplicabilidad de la ley de Biot-Savart en el estudio de los campos magnéticos en el vacío, su formulación matemática y alcance vectorial
- **PDF:** Este documento contiene una explicación detallada de los campos magnéticos en el vacío y la explicación minuciosa de la ley de Biot-Savart para las diferentes distribuciones de corriente utilizada para el estudio de dichos campos.
- **Animaciones:** Se realizan tres animaciones, una en la que se muestra al estudiante los cambios en el campo magnético cuando es en el vacío y cuando el campo está en presencia de medios materiales. Las otras dos animaciones serán para campos magnetostáticos en el vacío que incluyan dos distribuciones de corriente diferentes, para que el usuario visualice el comportamiento de la ley ante los cambios de las distribuciones.
- **Aplicativos:** Se va a realizar un aplicativo en el que el usuario determina la distribución de corriente para la cual se va a calcular el campo magnético. Habrán varias distribuciones predeterminadas, en el aplicativo se determina la magnitud, dirección del campo total y se dibujan las líneas de campo.
- **VIDEO:** Se realiza un video producido por los desarrolladores en el que se exponen los tips más importantes del análisis de los campos magnéticos para diferentes distribuciones de corriente.

<ul style="list-style-type: none"> Ley de Ampere 	<ul style="list-style-type: none"> NÚCLEO DE CONOCIMIENTO: En este se plasma la utilidad de la ley de Ampere para evaluar campos magnéticos producidos por diferentes distribuciones de corriente con cierta simetría, y se muestra su expresión matemática. PDF: En este documento se enuncia minuciosamente la ley de Ampere, su formulación matemática y alcance vectorial, su aplicabilidad para evaluar campos magnéticos producidos por diferentes distribuciones de corriente cuando presentan simetría. En el pdf se muestra la analogía existente entre esta y la ley de Gauss. Animaciones: Se realiza una animación en la que se bosquejen los casos más comunes de distribuciones de corrientes y los campos magnéticos que producen. Aplicativos: Se realiza un aplicativo en el que dada la distribución de corriente se determina la dirección y el sentido del campo magnético. El usuario elige un camino cerrado apropiado atravesado por corrientes y determina la circulación del campo magnético. El aplicativo determina la intensidad de la corriente que atraviesa el camino cerrado. Aplica la ley y despeja el módulo del campo magnético Gráficos: Se muestra un gráfico por cada una de las distribuciones de corriente más comunes (lineal, superficial y volumétrica) y cada una de sus variables asociadas.
---	--

<ul style="list-style-type: none"> • Tercera ecuación de Maxwell 	<ul style="list-style-type: none"> • NÚCLEO DE CONOCIMIENTO: En este núcleo va una generalización de lo expuesto por Maxwell para el estudio de campos magnéticos debidos a diferentes distribuciones de corriente y la introducción del concepto de corriente de desplazamiento. • PDF: En este documento se detalla la ley de Maxwell para evaluar campos magnéticos debidos a diferentes distribuciones de corriente introduciendo el concepto de la corriente de desplazamiento y se denota la diferencia con las otras dos leyes utilizadas para evaluar estos campos, además que contribuciones trajo esta que las otras no al estudio de dichos campos. • Animaciones: Se realiza una animación en la que se muestra la aparición de la corriente de desplazamiento y sus efectos sobre el campo magnético producido por las diferentes distribuciones de corriente. • Gráficos: Se muestra un gráfico por cada una de las distribuciones de corriente más comunes y la forma como aparece la corriente de desplazamiento sobre la corriente conducción y estas como se relacionan sobre la total.
---	---



ANEXO 6. TABLA ASOCIACIÓN DE RECURSOS DEL OA CON SABERES

CONTENIDO	SABERES	RECURSOS [# SABER ASOCIADO]
<p>I. Ley de Coulomb e intensidad de campo</p> <p>II. Campos eléctricos debidos a distribuciones continuas de carga</p>	<p>1. Reconocer los alcances vectoriales y la formulación matemática de ésta ley.</p> <p>2. Definir el comportamiento del campo eléctrico a partir de la ley de Coulomb.</p> <p>3. Analizar problemas de campos eléctricos en el vacío debidos a diferentes distribuciones de carga.</p> <p>4. Observar la analogía existente entre la ley de Coulomb y la ley de gravitación universal.</p> <p>5. Destacar que existen dos fuerzas diferentes de atracción y repulsión.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Núcleo de conocimiento del contenido I [5] • Núcleo de conocimiento del contenido II [3, 2] • Documento soporte en el contenido I [1, 2, 4, 5] • Documento soporte en el contenido II [1, 2, 3] • Video 1 en el contenido I [1, 5] • Video 2 en el contenido I [1, 4] • Gráfico 1 en el contenido I [4, 5] • Gráfico 2 en el contenido I [2] • Animación 1 en el contenido I [1, 4, 5] • Animación 1 en el contenido II [1, 3] • Animación 2 en el contenido II [1, 3] • Aplicativo en el contenido I [2, 5]

<p>III. Ley de Gauss</p> <p>IV. Ecuación de Maxwell. Divergencia</p>	<p>6. Identificar la formulación matemática de la ley de Gauss.</p> <p>7. Describir la relación existente entre campo eléctrico y densidad de flujo eléctrico a través de la permitividad eléctrica.</p> <p>8. Interpretar las analogías existentes entre flujo eléctrico y la mecánica de fluidos.</p> <p>9. Reconocer la ley de Gauss como herramienta para la solución de problemas de campos eléctricos.</p> <p>10. Estudiar la aplicación matemática de la divergencia sobre la ley de Gauss para dar origen a la primera ecuación de Maxwell.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Núcleo de conocimiento del contenido III [6, 9, 7] • Núcleo de conocimiento del contenido IV [10] • Documento soporte en el contenido III [6, 7, 9] • Documento soporte en el contenido IV [9, 10, 8] • Video 1 en el contenido III [9] • Gráfico 1 en el contenido III [6, 9] • Gráfico 1 en el contenido IV [10, 8] • Animación(ley de gauss) en el contenido III [6, 9] • Animación (carga encerrada tipo applet) en el contenido III [9] • Animación 1 en el contenido IV [10, 8]
<p>V. Potencial eléctrico</p>	<p>11. Relacionar el potencial eléctrico con el campo eléctrico de tal manera que se pueda establecer la correlación existente con la ley de</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Núcleo de conocimiento del contenido V [11, 12, 13] • Documento soporte en el contenido V [11, 12, 13, 14] • Video 1 en el contenido V [11, 12]

	<p>Coulomb.</p> <p>12. Señalar el potencial eléctrico como la cantidad de uso práctico que puede ser cuantificada.</p> <p>13. Comprender la relación existente entre energía, trabajo y potencial eléctrico.</p> <p>14. Establecer por medio de la teoría del campo la relación existente entre campo eléctrico y campo de potencial (gradiente de potencial).</p>	
--	--	--

ANEXO 7. PROGRAMA DE LA ASIGNATURA TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER FACULTADES DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES Programa de Ingeniería Eléctrica y Electrónica			
NOMBRE DE LA ASIGNATURA: TEORIA ELECTROMAGNÉTICA		CÓDIGO: 23330	SEMESTRE: IV	CRÉDITOS: 4
REQUISITOS: Física II		INTENSIDAD HORARIA SEMANAL:		TI: 8
		TAD: TALLERES: ____ LABORATO.: ____ TEÓRICA: 4		
JUSTIFICACIÓN: La relación entre ciencia y tecnología tiene un tema muy importante: el electromagnetismo. El caso del electromagnetismo es notable, entre otras cosas, por el hecho de que una vez llevados a cabo los descubrimientos científicos tuvieron inmediata aplicación práctica y al contrario las aplicaciones prácticas fomentaron la investigación científica para resolver diferentes problemas, lo cual a su vez abrió nuevos horizontes científicos.				
PROPÓSITOS DEL CURSO: <ul style="list-style-type: none"> • Revisar los conceptos electromagnéticos desde la perspectiva de la teoría del campo • Introducir algunas aplicaciones de la teoría electromagnética • Adiestrar al estudiante en el manejo y comprensión de las metodologías utilizadas para resolver problemas propios de los campos electromagnéticos • Estimular la capacidad e autoaprendizaje del estudiante por medio de un texto guía que facilite este propósito mediante la aplicación de una escala de dificultad graduada mediante la proposición de ejemplos numéricos y la interpretación de diversos ejemplos. • Desarrollar la capacidad del estudiante para identificar y formular problemas y obtener conclusiones en forma independiente. 				
CONTENIDO: <ol style="list-style-type: none"> 1. ÁLGEBRA VECTORIAL. SISTEMAS DE COORDENADAS (HAD: 2 / HI: 4) 2. CAMPOS ELECTROESTÁTICOS (HAD: 12 / HI: 24) <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Ley de Coulomb e intensidad de campo. 2.2. Campos eléctricos debidos a distribuciones continuas de carga (cargas volumétricas, superficiales y lineales). 2.3. Densidad de flujo eléctrico. 2.4. Ley de Gauss- Ecuación de Maxwell. Divergencia. 2.5. Potencial eléctrico. Diferencia de potencial. 2.6. Gradiente de potencial. 2.7. Dipolo eléctrico. 2.8. Densidad de energía en campos electroestáticos. PRIMER PREVIO 3. CAMPOS ELÉCTRICOS EN EL ESPACIO MATERIAL (HAD: 11 / HI: 22) <ol style="list-style-type: none"> 3.1. Propiedades de los materiales. Materiales lineales, homogéneos e isotrópicos. 3.2. Corriente de conducción. 3.3. Conductores. Resistencia eléctrica. 3.4. Métodos de imágenes. 3.5. Polarización en los dieléctricos. Permitividad eléctrica. 3.6. Ecuación de continuidad. Tiempo de relajamiento. 3.7. Condiciones dieléctricas de frontera 3.8. Capacitancia 4. PROBLEMAS ELECTROSTÁTICOS DE VALOR DE FRONTERA (HAD: 4 / HI: 8) <ol style="list-style-type: none"> 4.1. Ecuaciones de Poisson y de Laplace. 4.2. Teorema de la unicidad 4.3. Ejemplos de la solución de las ecuaciones de Poisson y de Laplace SEGUNDO PREVIO 5. CAMPOS MAGNETOSTÁTICOS (HAD: 8 / HI: 16) <ol style="list-style-type: none"> 5.1. Ley de Biot-Savart. 5.2. Ley de Ampere-Ecuación de Maxwell. Rotacional. 				

- 5.3. Densidad de flujo magnético.
- 5.4. Potenciales magnéticos escalares y vectoriales.

6. FUERZAS, MATERIALES Y CIRCUITOS MAGNÉTICOS (HAD: 9 / HI: 18)

- 6.1. Fuerzas debidas a campos magnéticos.
- 6.2. Par de torsión y momento magnético.
- 6.3. Magnetización en los materiales. Permeabilidad magnética.
- 6.4. Clasificación de los materiales magnéticos.
- 6.5. Condiciones magnéticas de frontera.
- 6.6. Energía magnética.
- 6.7. Inductancia e inductancia mutua.
- 6.8. Circuitos magnéticos

TERCER PREVIO

7. ECUACIONES DE MAXWELL (HAD: 8 / HI: 16)

- 7.1. Ley de Faraday. Fuerzas electromotrices de transformador y de movimiento.
- 7.2. Corriente de desplazamiento.
- 7.3. Ecuaciones de Maxwell en forma puntual e integral.
- 7.4. Potenciales retardados.
- 7.5. Campos armónicos con respecto al tiempo.

8. PROPAGACIÓN DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS (HAD: 6 / HI: 12)

- 8.1. Propagación de ondas en dieléctricos disipativos.
- 8.2. Ondas planas en dieléctricos sin pérdidas.
- 8.3. Ondas planas en el espacio libre.
- 8.4. Ondas planas en buenos conductores. Efecto piel.
- 8.5. Potencia y el vector de Poynting.

9. LÍNEAS DE TRANSMISIÓN (HAD: 4 / HI: 8)

- 9.1. Parámetros de la línea de transmisión.
- 9.2. Ecuaciones de la línea de transmisión.
- 9.3. Impedancia de entrada, SWR y potencia.

CUARTO PREVIO

ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS Y CONTEXTOS POSIBLES DE APRENDIZAJE PARA HORAS TIPO TAD Y TI

El desarrollo del curso estará caracterizado por que los estudiantes cuenten con oportunidades frecuentes para aplicar los conceptos analizados en clase, para este efecto se proponen como estrategias las siguientes:

1. Exposición de los conceptos fundamentales para la comprensión de fenómenos aplicados en el ámbito de la electricidad y la electrónica relacionados con las diferentes especialidades.
2. Desarrollo y discusión de problemas básicos, que constituyen aplicaciones en las especialidades de interés.
3. Evaluación y seguimiento permanentes a través de planteamiento de interrogantes para verificar y retroalimentar la apropiación de competencias por parte de los estudiantes.

EVALUACIÓN DE LA ASIGNATURA

Se realizarán en el semestre cuatro (4) evaluaciones. Las fechas de las evaluaciones serán una semana después de terminado el tema.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA Y COMPLEMENTARIA:

- 📖 HAYT, W., Teoría Electromagnética. Mc Graw Hill
- 📖 SADIKU M., Elementos de electromagnetismo, Compañía Editorial Continental, S.
- 📖 CHENG D., Fundamentos de electromagnetismo para ingeniería
- 📖 JHOK W., Campos y ondas en ingeniería eléctrica. Ed. Limusa
- 📖 ZAHN M., Teoría Electromagnética. Ed. Interamericana.
- 📖 RAMO S., WHINNERY J., VAN DUZER T. "Fields and waves in communication electronics".
- 📖 DEPARTAMENTO DE ING. ELÉCTRICA DEL MIT. "Circuitos magnéticos y transformadores".
- 📖 PARIS DEMETRIUS "Basic electromagnetic theory" McGraw Hill. 1967
- 📖 MARSHALL S y otros. "Electromagnetismo. Conceptos y aplicaciones".
- 📖 EDMINISTER J. "Electromagnetismo" Serie Schaum. W. Schafer
- 📖 POPOVIC BRANKO. "Introductory Engineering electromagnetics" Addison-Wesley. 1971
- 📖 KRAUS, J. D., FLEISCH D. "Electromagnetismo con aplicaciones".
- 📖 ... "Teoría electromagnética en circuitos. Aplicaciones" Ediciones UIS. 2004

ANEXO 8. HABILIDADES DE PENSAMIENTO EN LA TAXONOMÍA DE BLOOM¹⁵.

CATEGORÍA	CONOCIMIENTO Recoger información	COMPRENSIÓN Confirmación Aplicación	APLICACIÓN Hacer uso del Conocimiento	ANÁLISIS (Orden Superior) Desglosar	SINTETIZAR (Orden superior) Reunir, Incorporar	EVALUAR (Orden Superior) Juzgar el resultado
Descripción: Las habilidades que se deben demostrar en este nivel son:	Observación y recordación de información; conocimiento de fechas, eventos, lugares; conocimiento de las ideas principales; dominio de la materia	Entender la información; captar el significado; trasladar el conocimiento a nuevos contextos; interpretar hechos; comparar, contrastar; ordenar, agrupar; inferir las causas predecir las consecuencias	Hacer uso de la información; utilizar métodos, conceptos, teorías, en situaciones nuevas; solucionar problemas usando habilidades o conocimientos	Encontrar patrones; organizar las partes; reconocer significados ocultos; identificar componentes	Utilizar ideas viejas para crear otras nuevas; generalizar a partir de datos suministrados; relacionar conocimiento de áreas persas; predecir conclusiones derivadas	Comparar y discriminar entre ideas; dar valor a la presentación de teorías; escoger basándose en argumentos razonados; verificar el valor de la evidencia; reconocer la subjetividad
Que Hace el Estudiante	El estudiante recuerda y reconoce información e ideas además de principios	El estudiante esclarece, comprende, o interpreta información en	El estudiante selecciona, transfiere, y utiliza datos y principios para	El estudiante diferencia, clasifica, y relaciona las conjeturas,	El estudiante genera, integra y combina ideas en un producto, plan o propuesta	El estudiante valora, evalúa o critica en base a estándares y

¹⁵ <http://www.eduteka.org/TaxonomiaBloomCuadro.php3>

	aproximadamente en misma forma en que los aprendió	base a conocimiento previo	completar una tarea o solucionar un problema	hipótesis, evidencias, o estructuras de una pregunta o aseveración	nuevos para él o ella.	criterios específicos.
Ejemplos de Palabras Indicadoras	<ul style="list-style-type: none"> - define - lista - rotula - nombra - identifica - repite - quién - qué - cuando - donde - cuenta - describe - recoge - examina - tabula - cita 	<ul style="list-style-type: none"> - predice - asocia - estima - diferencia - extiende - resume - describe - interpreta - discute - extiende - contrasta - distingue - explica - parafrasea - ilustra - compara 	<ul style="list-style-type: none"> - aplica - demuestra - completa - ilustra - muestra - examina - modifica - relata - cambia - clasifica - experimenta - descubre - usa - computa - resuelve - construye - calcula 	<ul style="list-style-type: none"> - separa - ordena - explica - conecta - pide - compara - selecciona - explica - infiere - arregla - clasifica - analiza - categoriza - compara - contrasta - separa 	<ul style="list-style-type: none"> - combina - integra - reordena - substituye - planea - crea - diseña - inventa - prepara - generaliza - compone - modifica - diseña - plantea hipótesis - inventa - desarrolla - formula - reescribe 	<ul style="list-style-type: none"> - decide - establece gradación - prueba - mide - recomienda - juzga - explica - compara - suma - valora - critica - justifica - discrimina - apoya - convence - concluye - selecciona - establece rangos - predice - argumenta