

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y
MATEMÁTICAS**

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

TESIS DE GRADUACIÓN

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

“MAGÍSTER EN ENSEÑANZA EN FÍSICA”

TEMA

“DISEÑO DE UN MÓDULO INSTRUCCIONAL MULTIMEDIA EN
LA UNIDAD DE CAMPO MAGNÉTICO ESTACIONARIO
APLICADO A ESTUDIANTES DE TERCER AÑO DE
BACHILLERATO.”

AUTOR:

MARCOS FRANCISCO GUERRERO ZAMBRANO

Guayaquil – Ecuador

AÑO

2013

DEDICATORIA

A Dios, a mis abuelos, a mis padres y en especial a mi esposa e hija, que comprendieron que el tiempo que no pude estar con ellas , fue para dedicarme a la maestría, para así cumplir un objetivo más en mi vida personal, profesional y académica.

A G R A D E C I M I E N T O

A mis abuelos, a mis padres, y a mi esposa e hija que siempre me han apoyado de forma incondicional para ampliar mis conocimientos y lograr mis metas profesionales.

Al Master Jorge Flores, director de mi tesis, que me ayudó desinteresadamente en la realización del presente trabajo.

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; el patrimonio intelectual de la misma a la **Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.**”

Marcos Francisco Guerrero Zambrano

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

M.Sc. Hernando Sánchez Caicedo

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

M.Sc. Jorge Flores Herrera

DIRECTOR DE LA TESIS

Mg. Francisca Flores Nicolaide

VOCAL DEL TRIBUNAL

AUTOR

Marcos Francisco Guerrero Zambrano

RESUMEN

El propósito de esta investigación es mejorar el rendimiento académico de los estudiantes del tercer año de Bachillerato en la unidad de Campo Magnético Estacionario, incrementando las habilidades de conceptualización mediante la aplicación de un material educativo-instruccional multimedia. En la presente investigación, se utilizó la investigación basada en diseño, ya que se hizo dos intervenciones, la primera intervención se la realizó con el objetivo de mejorar el diseño del módulo instruccional y la segunda intervención, ya mejorada, se la aplicó para el estudio de esta investigación. Para el desarrollo del módulo instruccional multimedia se diseñó un plan de clase enfocado en la teoría de aprendizaje de Robert Gagne y adicionalmente se utilizó la plataforma Blackboard de la compañía Coursesites.

Los resultados de esta investigación, demostraron que el uso de un material educativo multimedia, ayuda a los estudiantes a mejorar su rendimiento académico, debido a que en la actualidad muchos estudiantes son apasionados de la tecnología de la información y comunicación.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
DECLARACIÓN EXPRESA.....	iii
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN.....	iv
RESUMEN.....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Contexto del problema.....	1
1.2 Declaración del problema de investigación.....	2
1.3 Pregunta de investigación	2
1.4 Objetivos de la investigación.....	2
1.5 Hipótesis.....	3
CAPÍTULO II.....	4
REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	4
2.1 Diseño instruccional según Robert. G Gagne.....	4
2.1.1 Tipos de aprendizaje según Gagne.....	5
2.1.2 Fases del aprendizaje según Gagne.....	7
2.1.3 Nueve eventos para enseñar según Gagne.....	8
2.2 Módulo instruccional y su diseño.....	11
2.3 Concepciones alternativas en la unidad de campo magnético estacionario.....	13
2.4 Cambio conceptual.....	14
2.5 Diseño Basado en Investigación.....	15

2.6	El sistema multimedia interactivo.....	17
2.6.1	Videos educativos y uso educativo de los videos.....	18
2.6.1.1	Clasificación de los videos educativos.....	18
2.6.2	Animaciones.....	20
2.6.3	Plataforma Blackboard Learning System ML™.....	21
2.7	Prueba de la t emparejada.....	26
2.7.1	Hipótesis alternativa e hipótesis nula.....	26
2.7.2	Regla de decisión (nivel α).....	27
2.7.3	Errores tipo 1 y tipo 2.....	27
2.7.4	El nivel alfa y el proceso de decisión	27
2.7.5	La prueba T emparejada en Excel.....	28
2.8	La ganancia de Hake.....	28
2.9	Campo magnético.....	30
2.9.1	Breve historia.....	30
2.9.2	El concepto de campo.....	30
2.9.3	El campo vectorial.....	32
2.9.4	Campo magnético de un hilo recto.....	32
2.9.5	Campo magnético generado por un hilo recto.....	34
2.9.6	Fuerza magnética en un conductor largo que se encuentra en el interior de un campo magnético uniforme.....	35
2.9.7	Fuerza magnética entre dos conductores paralelos infinitos.....	37
2.9.8	Definición del amperio.....	39
	CAPÍTULO III.....	40
	METODOLOGÍA.....	40
3.1	Método.....	40
3.1.1	Método de la primera intervención.....	40
3.1.1.1	Sujetos.....	41
3.1.1.2	Tarea y material instruccional.....	41
3.1.1.3	Procedimientos.....	42
3.1.2	Método de la segunda intervención.....	43
3.1.2.1	Sujetos.....	44

3.1.2.2	Tarea y material instruccional.....	44
3.1.2.3	Procedimientos.....	45
3.2	Variables.....	45
CAPÍTULO IV.....		46
RESULTADOS.....		46
4.1	Tablas de resultados de la prueba de entrada y salida calificado sobre 20.....	46
4.2	Tablas de resultados de la prueba de entrada, prueba de salida y ganancia de Hake normalizada.....	48
CAPÍTULO V.....		51
DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIÓN.....		51
Apéndice A.....		53
Apéndice B.....		93
Apéndice C.....		96
Referencias Bibliográficas.....		97

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Diagrama de barras para comparar las calificaciones de la prueba de entrada y de salida..... 47

Gráfico 2 Comparación de la ganancia normalizada vs la calificación de la prueba de entrada normalizada..... 49

Gráfico 3 Comparación de la ganancia normalizada vs la calificación de la prueba de salida normalizada..... 50

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tabla de resultados de la prueba de entrada y de salida calificando sobre 20..... 46

Tabla 2 La tabla muestra la media y la varianza de la prueba de entrada y de salida. Además el valor que nos interesa que es el valor de p 47

Tabla 3 Tabla de resultados de la prueba de entrada, la prueba de salida y la ganancia de Hake..... 48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Tomado de ideas pedagógicas de Robert G. Gagne: Diseño instruccional.....	5
Figura 2	Fases de aprendizaje de Robert G. Gagne (1995).....	7
Figura 3	Elaboración de un modulo instruccional.....	12
Figura 4	Pagina web de ingreso a la plataforma.....	22
Figura 5	Sección mis cursos de la plataforma.....	23
Figura 6	Sección herramientas del curso de la plataforma Blackboard....	24
Figura 7	Carpeta de contenidos del tema de campo y fuerza magnética en conductores.....	25
Figura 8	Visualización de las líneas de campo magnético alrededor de un conductor en el que circula corriente eléctrica por medio de limaduras.....	33, 67
Figura 9	Líneas de campo magnético de un hilo recto.....	33, 67
Figura 10	Regla de la mano derecha para determinar la dirección de las líneas de campo magnético alrededor de un conductor con corriente eléctrica.....	34, 68
Figura 11	La fuerza magnética sobre un conductor es perpendicular al campo y a la corriente eléctrica.....	36, 72
Figura 12	Regla de la mano derecha para obtener la dirección de la fuerza magnética sobre un hilo conductor recto en el que circula corriente eléctrica.....	36, 72
Figura 13a-b	Conductores rectos e infinitos en los que circulan corrientes eléctricas en la misma dirección; líneas de campo magnético producidas por uno de los conductores rectos e infinitos.....	37, 75
Figura 14	Vector campo magnético producido por un hilo conductor sobre otro.....	38, 78
Figura 15	Cable infinitamente largo en el que circula corriente eléctrica.....	57, 84
Figura 16	Cable infinitamente largo en el que circula corriente eléctrica	58, 85

Figura 17	Conductor recto e infinito en el que circula corriente eléctrica y que se encuentra en el interior de un campo magnético uniforme.....	59, 86
Figura 18	Conductor recto e infinito en el que circula corriente eléctrica y que se encuentra en el interior de un campo magnético uniforme.....	59, 86
Figura 19	Conductor recto e infinito en el que circula corriente eléctrica y que se encuentra en el interior de un campo magnético uniforme.....	60, 87
Figura 20	Alambres conductores rectos, paralelos e infinitos en los que circula corriente electrica en la misma dirección.....	61, 88
Figura 21	Alambres conductores rectos, paralelos e infinitos en los que circula corriente electrica en dirección opuesta.....	62, 88
Figura 22	Fuerzas magneticas entre dos conductores rectos, paralelos e infinitos en los que circulan corrientes eléctricas en direcciones opuestas.....	63, 89
Figura 23	Experimento de un cable recto colocado en un campo magnético.	66
Figura 24	Vista frontal de un cable conductor infinitamente largo en el que circula corriente eléctrica.....	68
Figura 25	Vista frontal de un hilo conductor recto y largo en el que circula corriente eléctrica.....	70
Figura 26	Conductor recto con corriente eléctrica que se encuentra en el interior de un campo magnético producido por un imán en forma de U.....	73
Figura 27	Mapa conceptual sobre el calculo de la fuerza magnética entre dos conductores rectos, paralelos e infinitos.....	79
Figura 28	Conductores rectos, paralelos e infinitos en los que circulan corriente eléctrica	80
Figura 29	Animación de un motor de corriente continua.....	92

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN.

1.1. Contexto del problema.

A través de los años se ha realizado una serie de estudios sobre las concepciones alternativas (Wandersse, et al.,1994) que tienen los estudiantes en diferentes campos de las ciencias. En el aula de clases, los estudiantes muestran un conjunto variado de concepciones alternativas sobre objetos y hechos que ocurren en la naturaleza. Hasta el momento se han identificado concepciones alternativas en todos los campos de la enseñanza de las ciencias y se ha publicado una amplia cantidad de selecciones bibliográficas (Osborne y Wittrock, 1983); (Carrascosa, 1983 y 1985); (Driver et al., 1989); (Hierrezuelo y Montero, 1989); (Carrascosa y Gil, 1992); y (Pfundt y Duit, 2004). Cuando los estudiantes escuchan una conferencia, leen algún texto u observan algún fenómeno de la naturaleza, interpretan la información sobre la base de la estructura del conocimiento que ya poseen, ésta con frecuencia, incluyen concepciones alternativas que han demostrado ser resistentes al cambio [1]. Hasta la actualidad se ha hecho una serie de investigaciones en diferentes ramas de la Física, en especial, en la Mecánica (Carrascosa y Gil, 1992), Electrostática (Furió y Guisasola, 1999), Circuitos eléctricos (Duit y Von Rhöneck, 1998), Óptica (La Rosa, et al., 1984); (Goldberg y McDermott, 1986); (Kaminski y Viennot, 1989); (Osborne, Black et al., 1993); (Selley, 1996a y 1996b); (Galili, 1996); (Fleer, 1996); (Osuna, 2001), y (Martínez Torregrosa y Osuna, 2001). En el caso de Magnetismo, existen autores, (Tanel y Erol, 2008) y (Raduta, 2007), que han realizados estudios sobre las concepciones alternativas en el área de campos magnéticos estacionarios y fuerzas magnéticas en partículas cargadas y en conductores con corriente estacionaria.

La unidad de Magnetismo es considerada como uno de los temas más difíciles dentro de la Física. Según los estudiantes, este tema contiene muchas matemáticas y la mayor parte de los conceptos son abstractos y no se lo puede asociar de manera directa con la vida diaria [2].

1.2. Declaración del problema de investigación.

El propósito de esta investigación es mejorar el rendimiento de los estudiantes del tercer año de Bachillerato en la unidad de Campo Magnético Estacionario, mejorando las habilidades de conceptualización mediante un material instruccional multimedia.

1.3. Pregunta de investigación.]

De acuerdo a la problemática planteada se formula la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo afecta el rendimiento académico de los estudiantes de Tercer año de Bachillerato cuando utilizan un módulo instruccional multimedia orientado a la conceptualización en la unidad de Campo Magnético Estacionario?

1.4. Objetivos de la investigación.

En base al problema de investigación planteado se formulan los siguientes objetivos.

- Implementar y desarrollar un módulo instruccional multimedia orientado a la conceptualización en la unidad de Campo Magnético estacionario para estudiantes de Tercer año de Bachillerato.
- Lograr el cambio conceptual mediante el diseño y el desarrollo de las guías didácticas para el profesor y el estudiante, así como también las pruebas de entrada y salida del estudiante para mejorar el rendimiento académico en los estudiantes de tercer año de Bachillerato.

1.5. Hipótesis

Para la formulación de hipótesis en esta investigación, se tiene como punto de partida las preguntas que se señalaron en la presentación del tema, por lo que se plantea las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula: “No existe diferencia entre la media de la prueba de entrada y la media de la prueba de salida efectuada en el grupo de estudiantes de tercer año de bachillerato en la unidad de campo magnético estacionario”

Hipótesis alternativa: “La media de la prueba de salida es mayor a la media de la prueba de entrada efectuada en el grupo de estudiantes de tercer año de bachillerato en la unidad de campo magnético estacionario

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Diseño instruccional según Robert G. Gagne

El siglo XX fue una época llena de cambios en el ser humano en especial en lo económico, lo político, lo tecnológico, lo ideológico, lo sociológico, entre otros. Entre los acontecimientos más relevantes al inicio de este siglo, tenemos el fin de la primera guerra mundial, y al final del siglo XX la guerra fría entre las superpotencias: los Estados Unidos y la URSS que terminaría en 1985 con el derrumbe del muro de Berlín y la desintegración de la URSS.

Todos los sucesos mencionados se vieron enmarcados por la revolución intelectual y tecnológica del siglo XX, que de alguna manera ayudó al desarrollo del proceso de la humanidad.

Allá por la Segunda Guerra Mundial, Robert G Gagné fue uno de los que influyó en el proceso del desarrollo intelectual, trabajó el laboratorio de Percepción y habilidades motoras de las fuerzas Aéreas de los Estados Unidos de América.

Al formar parte de este laboratorio, como integrante de un grupo de Psicólogos, se dedicaba a seleccionar, clasificar, y entrenar el personal. La capacidad técnica militar era una variable determinante para el manejo del equipo militar, razón por la cual el entrenamiento se basaba en objetivos precisos de aprendizaje, de igual manera esto debería constar con procedimientos instructivos precisos para el logro de lo mismo.

Tomando el contexto que estuvo inmerso Gagné, es posible evidenciar que el desarrollo de su teoría, se basó en gran medida en una instrucción “militar”. De

igual modo el desarrollar un entrenamiento con fines tan concretos sirvió de base para desarrollar una teoría pedagógica sumamente sistemática.

2.1.1. Tipos de aprendizaje según Gagné.

Los principios de aprendizaje según Gagné y Briggs son factores externos e internos que influyen en el entorno didáctico, según se muestra en la Figura 1.

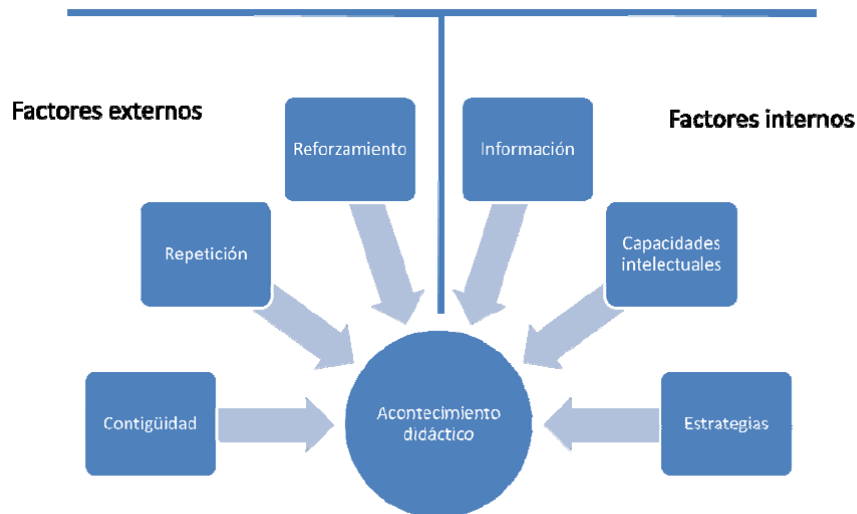


Figura 1: Tomado de ideas pedagógicas de Robert G Gagné: Diseño instruccional

Para Gagné (1975), el aprendizaje es “el cambio de una capacidad o disposición humana, que persiste en el tiempo y que no puede ser atribuido al proceso de maduración. Dicho cambio se produce en la conducta del individuo, y es posible inferir que se logra a través del aprendizaje” (Gagné en Vilchis, s/f)

En base a esta definición, se puede decir que existe aprendizaje cuando se observa un cierto cambio conductual y una persistencia del mismo, lo que indica la asimilación de la información otorgada.

Gagné entiende a lo que puede ser aprendido en términos de capacidades; estas a su vez se definen como los resultados del aprendizaje que se muestran como actividades humanas específicas y se evidencian en desempeños (Gagné, 1994, p. 37).

Para Gagné existen cinco tipos de capacidades que pueden ser aprendidas
(Gagné, 1994, p. 38):

1. Destrezas motrices
2. Información verbal
3. Destrezas intelectuales
4. Estrategias cognoscitivas
5. Actitudes

Las destrezas motrices son aptitudes que intervienen en actividades motoras organizadas, como por ejemplo manejar herramientas o instrumentos.

En el caso de la información verbal nos invade desde que nacemos; además debemos demostrar una conducta después que recibimos esta información, es decir hacer oraciones y frases.

En el caso de las destrezas intelectuales, lo más importante son las discriminaciones, conceptos y reglas que constituyen las habilidades básicas del aprendizaje y todas las elaboraciones de estas habilidades que ocurren en materias más avanzadas. Lo más importante es que el aprendizaje de las destrezas intelectuales parecer tener como pre-requisito el aprendizaje previo de ciertas habilidades mientras que no es necesario para el aprendizaje de la información verbal.

Por último, las estrategias cognoscitivas son destrezas organizadas internamente y que gobiernan la conducta del individuo al aprender, recordar y pensar [3].

2.1.2. Fases del aprendizaje según Gagne.

Existe, naturalmente, un momento en el tiempo cuando el estado interno del alumno cambia de lo no aprendido a lo aprendido, mismo que se denomina el incidente esencial del aprendizaje. Dicho incidente está precedido por varios eventos conocidos como fases del aprendizaje, tal como se muestra en la figura 2.

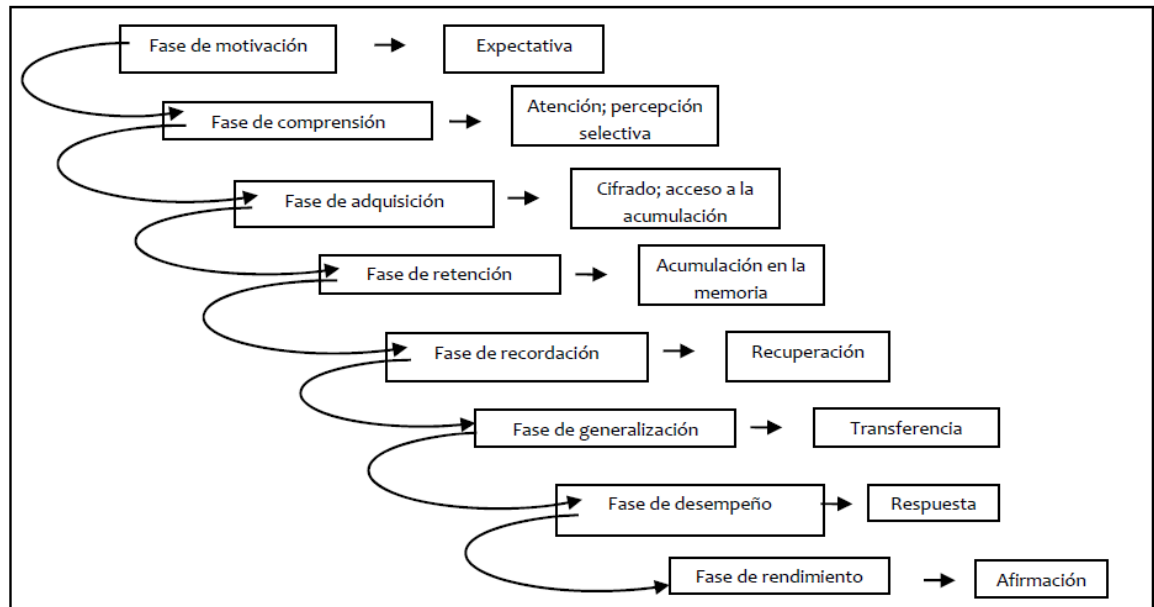


Figura 2: Fases del aprendizaje diseñado por Robert G Gagné (1995)

En la fase de motivación se debe dar inicio con una motivación estimulante, la cual impulse al estudiante a luchar por el logro de algún objetivo. De no funcionar la estrategia se ofrece una segunda alternativa que consiste en establecer la motivación a través de la **expectativa**, la misma que constituye una anticipación de la “recompensa” a obtener.

En la fase de comprensión, el docente es el encargado de enseñar a dirigir su **atención** al alumno, captando mediante **la percepción selectiva** aquellos elementos específicos al objetivo de aprendizaje establecido.

En la fase de adquisición, se considera la codificación de la información que ha entrado en la memoria de corto alcance, y mediante el **proceso de cifrado** es transformada como material verbal o imágenes mentales para alojarse en la memoria de largo alcance llamado **acceso de acumulación**.

En la fase de retención, lo aprendido pasa a formar parte de la memoria de largo plazo, llamado **almacén de memoria**, sin embargo es importante conocer que la memoria de largo plazo influyen factores como el tiempo, la interferencia y la capacidad de la memoria.

En la fase de recordación o recuperación, se **recupera** la información reviviendo lo aprendido y que se encuentra almacenado en la memoria.

En la fase de generalización el estudiante debe transferir sus conocimientos para demostrar que ha ocurrido un aprendizaje significativo.

En la fase desempeño, el estudiante muestra las **respuestas** debido a situaciones determinadas.

En la fase de realimentación, consiste en afirmar el conocimiento a través de la certificación en el logro del objetivo inicialmente planteado.

Como se puede observar en el diagrama de la figura 2, en todo momento las fases van interconectadas unas con otras, lo cual lleva a un aprendizaje continuo del estudiante [4].

2.1.3. Nueve eventos para enseñar según Gagne.

Para que estas fases se puedan lograr Gagné establece **nueve eventos de instrucción**, los cuales son:

Atraer la atención de alumno, el trabajo del docente es el de adecuar el contenido a los intereses del estudiante.

Informar al alumno cuál es el objetivo, para poder, con ello, establecer la expectativa específica, es decir, lo que el estudiante será capaz de hacer cuando el aprendizaje haya finalizado.

Estimulación del recuerdo de las capacidades de requisito aprendidas, es decir, el aprendizaje y las capacidades previamente adquiridas deben ser accesibles para que participen en el proceso de aprendizaje.

Presentación del material de estudio, básicamente estimula al estudiante en el aprendizaje.

Orientación del aprendizaje, se refiere básicamente a la guía del aprendizaje. En otras palabras, la presentación de las estrategias definidas por los objetivos.

Producción de la conducta, en este punto el alumno, si ha recibido la orientación adecuada, debe ser capaz de producir a través de actividades y prácticas.

La retroalimentación debe ser correctiva y continua en todo momento para el estudiante.

Evaluación del desempeño, es la medida del grado de cumplimiento de estudiante en cuanto a los objetivos de aprendizaje. Mide la diferencia entre lo real y lo esperado o deseable.

Mejorar la retención y la transferencia, puede ser a través de repasos [5].

A continuación se ilustra la secuencia de enseñanza correspondiente a los nueve eventos de enseñanza para el objetivo de esta tesis que es: “conceptualizar y determinar la fuerza magnética entre dos conductores paralelos que circula corriente eléctrica estacionaria”

- 1. Lograr la atención:** En esta parte se seleccionó un experimento sencillo grabado en video y que se encuentra publicado en YouTube. Este video trata sobre un conductor finito y recto en el que circula una corriente eléctrica que se encuentra en el interior de un campo magnético generado por un imán en forma de U. En el experimento se observa como la fuerza magnética actúa en el conductor cuando la corriente eléctrica circular primero en un sentido y como la dirección de la fuerza magnética se invierte cuando la corriente eléctrica circula en dirección opuesta.
- 2. Identificar el objetivo:** Se le muestra los objetivos generales y específicos acerca del tema a desarrollar.
- 3. Recordar aprendizaje previo:** Aquí se le presenta al estudiante una serie de preguntas enfocadas al origen del campo magnético, la corriente eléctrica y el de fuerza magnética en partículas con carga eléctrica, además de las fuentes de campo magnético.
- 4. Presentar la información:** En esta parte se desarrolla los contenidos relacionados a la fuerza magnética entre conductores paralelos infinitos en los que circula corriente eléctrica. Se inicia con el estudio de un conductor recto e infinito como fuente de campo magnético para luego culminar con la interacción con otro conductor recto infinito y así cumplir los objetivos planteados.
- 5. Aprendizaje guiado:** Se muestra un mapa conceptual que inicia con el campo magnético y finaliza con la fuerza magnética entre dos conductores

rectos e infinitos cuando en ambos conductores la corriente eléctrica circula en la misma dirección y luego en dirección opuesta.

6. **Desempeño:** Se les muestra una actividad grupal en donde los estudiantes trabajaran en pareja para responder cada una de las preguntas cualitativas y cuantitativas con opciones múltiples. Cada pregunta tiene una sola respuesta y es parte de la evaluación formativa.
7. **Dar retroalimentación:** Calificar cada una de las preguntas propuestas en la actividad grupal como correcta e incorrecta y luego dar una retroalimentación de las todas las preguntas contestadas.
8. **Evaluación del desempeño:** Las preguntas presentadas en esta etapa, tienen la finalidad de recabar información sobre lo aprendido en la unidad de campo magnético estacionario, especialmente en los temas relacionado con conductores infinitamente largos en los que circula la corriente eléctrica. Esto se considera como la evaluación sumativa del proceso.
9. **Mejorar retención/transferencia:** A continuación se muestra una animación que muestra el funcionamiento de un motor. En la animación se puede controlar la dirección de la rotación del motor, solo intercambiando la dirección de la circulación de la corriente eléctrica, también se puede controlar la rapidez de rotación de la espira. Además se puede mostrar la dirección del campo magnético, de la corriente eléctrica y de la fuerza magnética.

2.2. Módulo instruccional y su diseño.

El módulo instruccional es un material didáctico que contiene los elementos necesarios para el aprendizaje del estudiante sin la necesidad continua de la presencia de un instructor durante la aplicación del módulo.

Es importante tener un fundamento teórico y práctico para diseñar un módulo instruccional y para esto debemos tener claro la metodología que se utilizará para la elaboración del Diseño Instruccional.

El Diseño Instruccional es un proceso fundamentado en disciplinas enfocadas al aprendizaje humano, que tiene como efecto maximizar la comprensión de la información a través de estructuras sistemáticas, metodológicas y pedagógicas. Luego de haber diseñado la instrucción, deberá probarse, evaluarse y revisarse de acuerdo a los requerimientos del grupo.

Las fases del Diseño instruccional constituyen la base sobre el cual se produce la instrucción de una manera sistemática. Las fases del diseño instruccional se resume en la figura 3

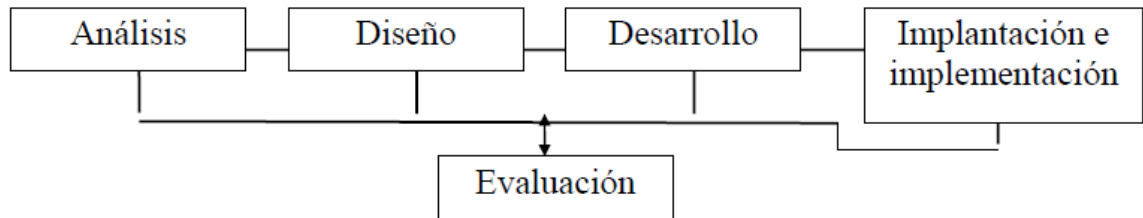


Figura 3: Elaboración de un módulo instruccional obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/Diseño_instruccional

En la fase de **análisis**, se plantea el problema de investigación, se identifica la fuente y se determinan las posibles soluciones. Se suele utilizar varios métodos para la investigación, pero el producto será las metas instruccionales y una lista de tareas a enseñar.

En la fase de **diseño**, se hace un bosquejo para alcanzar las metas instruccionales, lo que incluye una descripción de la población, redactar objetivos e ítems para pruebas y determinar cómo se promulgará la instrucción y la secuencia.

En la fase de **desarrollo**, se elabora la instrucción, los medios y cualquier otro material que se utilizará en la instrucción.

En la fase de **implementación**, se difunde eficiente y efectivamente la instrucción. Se pueden utilizar diferentes ambientes, como el salón de clases, laboratorios o escenarios donde se utilicen las tecnologías de información y comunicación. En esta fase también se propicia la comprensión del material, el dominio de destrezas y objetivos y la transferencia de conocimiento.

En la fase de evaluación básicamente se evalúa la efectividad y la eficiencia de la instrucción. Esta fase debe darse realmente en todas las fases del proceso instruccional. Esta evaluación puede ser formativa o sumativa [6].

2.3. Concepciones alternativas en la unidad de campo magnético estacionario.

De acuerdo a esto, se ha encontrado una serie de obstáculos en el aprendizaje de los estudiantes que se encuentra cursando el Tercer año de Bachillerato, justamente, cuando estudian la unidad de Campo Magnético Estacionario. Cuando se encuentran en esta unidad, muchos estudiantes presentan dificultades en el proceso de aprendizaje. Estas dificultades se debe a que los estudiantes escuchan conferencias, leen el libro de texto u observan un fenómeno físico, interpretando esa información sobre la base de la estructura del conocimiento que poseen, con frecuencia incluye conceptos intuitivos o esquemas alternativos que han demostrado ser muy resistentes al cambio conceptual. Estos esquemas se lo conocen como concepciones alternativas [7] [8].

Cuando se trata de concepciones alternativas en la unidad de campo magnético estacionario encontramos una serie de ellas, las cuales mencionamos a continuación:

- Concepciones de los estudiantes sobre la fuente del campo magnético.
- Concepciones de los estudiantes sobre el imán como fuente del campo magnético.
- Concepciones de los estudiantes sobre conductores con corriente como fuentes de campo magnético.
- Concepciones de los estudiantes sobre fuerza magnética en partículas que se encuentran en el interior de un campo magnético estacionario.
- Concepciones de los estudiantes sobre fuerza magnética entre conductores con corriente.
- Dificultades de aprendizaje en la comprensión de la definición operativa del campo magnético
- Dificultades para diferenciar el campo eléctrico y magnético [9].

2.4. Cambio Conceptual

La década de los sesenta, fué para las enseñanzas de las ciencias y la década de los ochenta, fué la época de las concepciones alternativas según Pozo (1993, p. 193), sin embargo si investigamos más a fondo nos vamos a dar cuenta que el inicio del estudio de las concepciones alternativas empieza realmente en la década de las setenta.

El impacto que tuvo el estudio sobre concepciones alternativas no solamente provocó una cantidad enorme de investigaciones de la misma naturaleza sino que también estimuló a investigaciones con otros objetivos, especialmente en el cambio conceptual de los estudiantes, por ejemplo, ¿Cómo es la interacción entre el conocimiento previo y un nuevo conocimiento aparentemente incompatible?; ¿por qué persiste el conocimiento previo? ; ¿a

través de qué procesos las personas cambian sus concepciones alternativas por concepciones aceptadas en el contexto científico?; ¿cómo ocurre el cambio conceptual? [10].

A continuación se realizará un estudio a fondo sobre el tema de los cambios conceptuales que han ocurrido desde 1982 hasta 2003 aproximadamente. Inicialmente empieza con investigaciones realizadas por Moreira y que fueron publicadas en la revista de Enseñanza de las Ciencias entre 1983 y 1992 y en lo que respecta al aprendizaje significativo tenemos a Ausebel, Novak, Masini, Buchweitz y el mismo Moreira. Sin embargo, es importante indicar que para alcanzar el aprendizaje verdaderamente significativo, el cambio no sólo debe darse de manera conceptual sino también de manera metodológica y actitudinal [11].

Tal concepción constructivista del aprendizaje implica primero el significado del aprendizaje como cambio conceptual llevado a cabo por los propios estudiantes bajo la supervisión del docente y segundo, la enseñanza como un proceso de encadenamiento de sucesivos cambios conceptuales a medida que el alumno progresa en su desarrollo intelectual y cognitivo (Laburu, 1996).

2.5. Diseño Basado en Investigación.

Para que esta investigación tenga los mejores resultados y realmente exista un cambio conceptual en los estudiantes, utilizaremos el diseño basado en investigación.

En los últimos años se han desarrollado una serie de indagaciones enfocadas al cambio conceptual en el área de ciencias utilizando metodologías como el diseño basado en investigación [12].

Muchos investigadores han aplicado el diseño basado en investigación, entre los que mencionamos Ann Brown – Berkeley (1992) [13], el diseño basado en investigación colectiva de Northwestern (2003), el diseño en Investigación educativa de Van den Akker (2006), investigación en diseño y desarrollo de Richey & Klein (2007) y los experimentos de diseño y formación de Reinking & Bradley (2007).

Un diseño basado en investigación tiene tres fases (Cobb, 2003):

- Fase I: ***Preparación para el estudio del diseño basado en investigación***; consiste en establecer un estudio base de un primer intento teórico en el que el investigador especifica las asunciones que toma en su diseño, las alternativas propuestas y las posibles formas que puede tomar el caso. En esta fase se realiza el cuerpo del proyecto, el mismo que estará sujeto a varias pruebas.
- Fase II: ***Direccionamiento del estudio del diseño basado en investigación***; consiste en la realización de micro-ciclos recursivos de planificación, acción y análisis en la cual el investigador comunica continuamente a través de un documento cómo el diseño propuesto está funcionando y cómo funcionará después. En esta fase, los investigadores y los practicantes interactúan de forma directa en el proceso, incorporándose influencias contextuales en cada micro-ciclo en la que se podría cambiar el propósito del estudio del caso o desplazarlo por otro.

- Fase III: ***Direccionamiento del análisis retrospectivo***; consiste en realizar un análisis estadístico de todos los datos obtenidas para determinar la efectividad, la función, dificultad del diseño propuesto; así cómo también porqué sucedieron ciertos eventos. En esta fase se realiza una sólida descripción de cómo el estudio fue procesado y que aprendió el equipo de investigación, diseñando los principios y refinándolos. Finalmente se describe el caso en forma práctica y se desarrolla una teoría instruccional [14].

2.6. El sistema multimedia interactivo.

Multimedia se ha convertido en una palabra muy importante de los últimos años en el proceso de aprendizaje [15]. En la actualidad multimedia puede significar muchas cosas, dependiendo del contexto en que nos encontremos y del tipo de especialista que lo defina. En un tiempo, multimedia se refería por lo general a presentaciones de diapositivas con audio, también se ha designado a aquellos materiales incluidos en kits o paquetes didácticos [16]. Sin embargo, multimedia de hoy suele significar la integración de dos o más medios de comunicación que pueden ser controlados o manipulados por el usuario vía ordenador. Por lo tanto un sistema multimedia interactivo es, aquel vídeo, audio, animación, simulación, herramientas informáticas y publicaciones electrónicas que convergen para proporcionar un sistema de diálogo en el que la secuenciación y selección de la información de los distintos medios viene determinada por las respuestas o decisiones del usuario [17].

Para el diseño del sistema multimedia interactivo utilizaremos específicamente videos, animaciones, simulaciones y la ayuda de la plataforma Blackboard.

2.6.1. Videos educativos y uso educativo de los videos.

Dar la definición de un video educativo no es fácil, sin embargo, conocemos que el video educativo sirve para transferir y asimilar conocimiento en el alumno [18]. El video educativo es una herramienta poderosa que ayuda a los profesores en el aprendizaje de los estudiantes, ya que cumple una función motivadora para mejorar el aprendizaje significativo. Por ahora podemos definir un video educativo como un recurso que nos ayuda a cumplir un objetivo o meta propuesto por el profesor [19].

Es importante distinguir entre video educativo y el uso educativo del video, porque este último se enfoca directamente en la metodología que permite hacer un análisis crítico y concientizado del material video-gráfico que han sido producidos para entretener y no necesariamente para objetivos educativos.

2.6.1.1. Clasificación de los videos educativos.

Muchos autores mencionan que existe una serie de géneros en lo que respecta a los videos, entre los que mencionamos los videos informativos,

argumentativos, educativos y musicales, sin embargo esta clasificación no es adecuada para lo que se ha concebido como un video educativo. Una cercana clasificación de lo que es un video educativo, tenemos los videos científicos, los videos didácticos, los videos pedagógicos, los videos sociales, los videos para el desarrollo, los videos para el proceso y los videos para el arte y creación.

En el caso de los videos científicos, por lo general son documentales que recogen el conocimiento e investigación del ser humano, tanto del aspecto físico y social, de las leyes y de las aplicaciones a las actividades humanas.

El video didáctico, en cambio, mejora el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que ayuda a incrementar el conocimiento y el desarrollo de habilidades y destrezas del ser humano.

En cambio los videos pedagógicos se enfocan en el proceso formativo del comportamiento filosófico.

En lo que se refiere al video social se enfoca a temas colectivos de una comunidad, localidad, región o nación.

En el caso de videos para el desarrollo, está ligado a una estrategia metológica enfocado al desarrollo nacional, regional y local.

El video-proceso es utilizado para la formación educativa desde un ámbito local hasta barrial.

En el caso del video arte crítico, experimentan nuevas fórmulas de expresión. Incluyendo nuevas tecnologías de información.

En este trabajo debido a que estamos enfocados a módulo instruccional multimedia, hemos utilizado la ayuda de videos científicos y didácticos direccionados específicamente a conductores que se encuentran en el interior de un campo magnético estacionario [20].

2.6.2. Animaciones.

Es importante iniciar este tema mencionando la diferencia entre una animación y una simulación, ya que en el medio de la enseñanza, se suele confundir con estos dos términos que en la práctica son dos conceptos diferentes. En el caso de la animación, se puede decir que es una manipulación de la realidad, en cambio, una simulación es la interpretación de la realidad mediante valores físicos reales.

En lo que respecta a la experiencia obtenida a través de estos años en el uso de animaciones en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, es importante considerar de antemano el objetivo que se persigue con la animación a

utilizar. En el caso de esta investigación se utilizó una animación diseñada por Walter Fendt, en donde se muestra una aplicación directa sobre la fuerza magnética en un conductor con corriente eléctrica que se encuentra en el interior de un campo magnético estacionario. En esta animación se puede manipular la rapidez de rotación de la espira desde 0 hasta 12 rotaciones/minuto, también se puede manipular la dirección de circulación de la corriente eléctrica, así como también la presentación de la dirección de la fuerza magnética, la dirección del campo magnético generado por el imán y la dirección de la corriente eléctrica que circula por el conductor [21].

2.6.3. Plataforma Blackboard Learning System ML™

La plataforma Blackboard Learning System ML™ es una de las más utilizadas para cursos en línea en diferentes áreas. Proporciona una administración eficiente de recursos [22]. Normalmente tiene un costo, sin embargo nos vamos a ayudar de la compañía Coursites (ver figura 4) que proporciona de manera gratuita un acceso a la plataforma y con la ventaja de crear como máximo 5 cursos en línea.

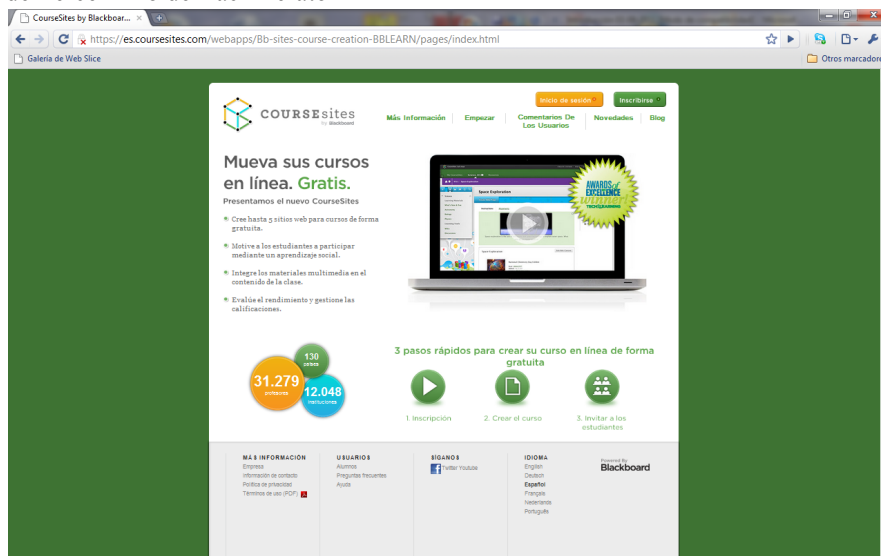


Figura 4: Página web de ingreso a la Plataforma Blackboard fotografiado por Marcos Guerrero y perteneciente a la compañía Coursites

Luego de registrarse se ingresa a la página principal de la plataforma (ver figura 5). En esta página se encuentra la institución y los cursos. En el caso de la institución se encuentra un panel de control que hace enlace a una serie de herramientas tales como Anuncios, Tareas, Directorio de usuarios, Libreta de direcciones, información personal. En la parte central y derecha de la pantalla tendrán disponibles anuncios, calendarios, los cursos a los que estuviera inscrito, tareas, tareas pendientes, novedades, mi calendario y alertas.

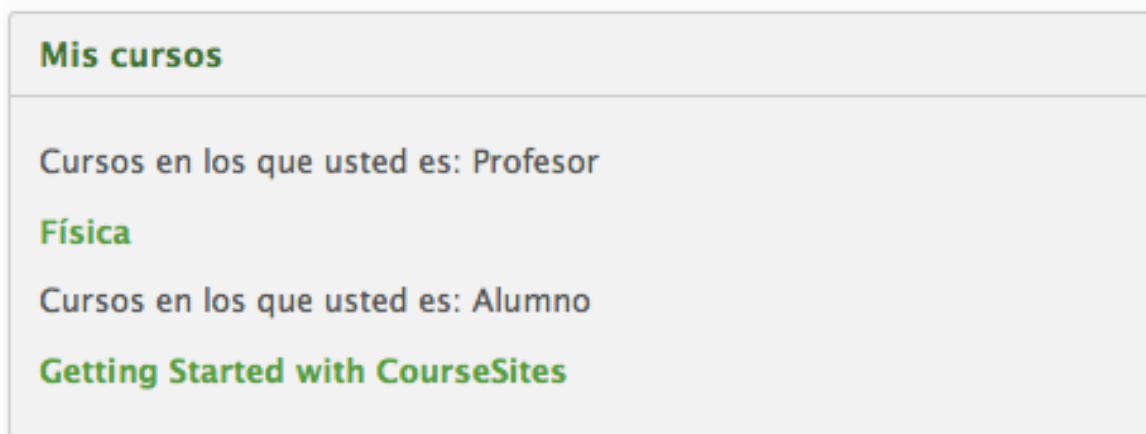


Figura 5: Sección Mis cursos de la plataforma Blackboard fotografiado por
Marcos Guerrero y perteneciente a la compañía CourseSites

Si nos dirigimos a mis cursos y seleccionamos Física nos llevará a otra página (ver figura 6), En esta página del lado derecho encontramos el curso de Física en donde se presentarán herramientas como página principal, información, contenido, discusiones, grupos, herramientas y ayuda, así como también el panel de control.

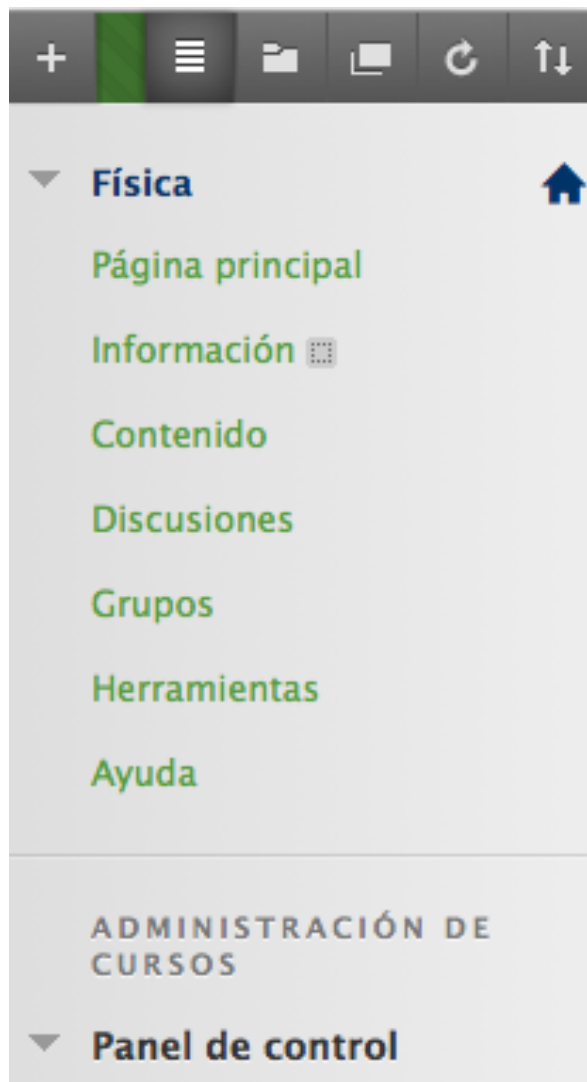


Figura 6: Sección herramientas del curso de la plataforma Blackboard fotografiado por Marcos Guerrero y perteneciente a la compañía Coursites

En la parte de contenidos, seleccionamos la Unidad de Magnetismo y luego nos dirigimos a campos y fuerzas magnéticas en conductores, para finalmente iniciar el proceso según los pasos de Gagne, tal como se muestra en la figura 7.

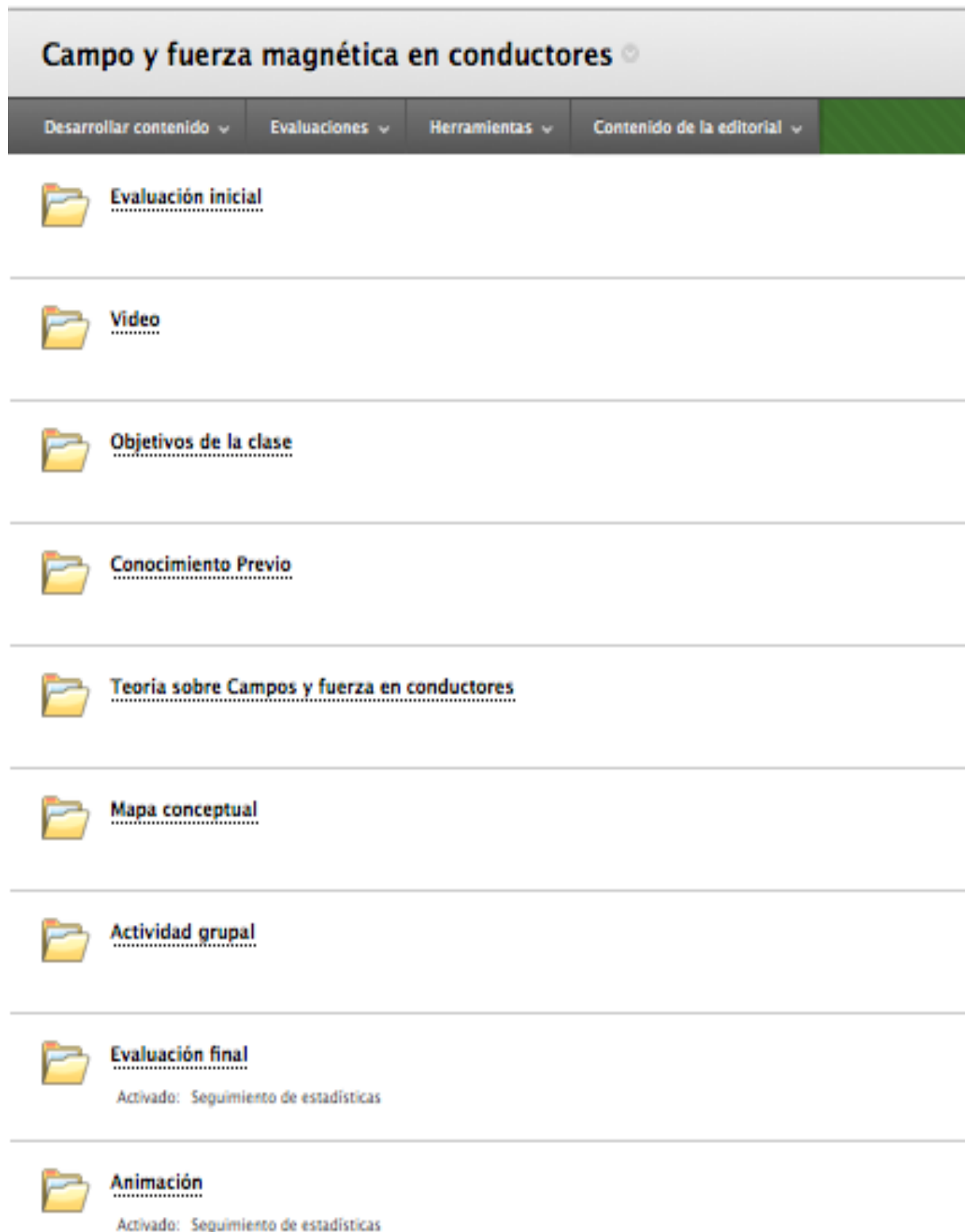


Figura 7: Carpeta de contenidos del tema de campo y fuerza magnética en conductores

fotografiado y diseñado por Marcos Guerrero

En el apéndice A de la tesis se muestra la planificación del proceso de enseñanza–aprendizaje según Robert Gagné. Se muestra paso a paso el desarrollo del módulo instruccional multimedia.

2.7. Prueba t emparejada

Se usa para comparar los promedios de dos muestras pareadas. La prueba se emplea en diseños previos y posteriores (antes y después), sobre los mismos individuos o unidades muestrales. También es importante mencionar que la prueba de la t emparejada se utiliza cuando la muestra es pequeña y/o se desconoce la varianza poblacional.

2.7.1. Hipótesis alternativa e hipótesis nula

En cualquier experimento existen dos tipos de hipótesis que de alguna manera compiten entre sí para poder explicar resultados, estas hipótesis son la alternativa (H_1) y la nula (H_0).

La hipótesis alternativa es la que afirma que la variable independiente es la causa de la diferencia de los resultados entre las condiciones. La hipótesis nula es la contrapartida lógica de la hipótesis alternativa, de tal forma que si la hipótesis nula es falsa, entonces la hipótesis alternativa es verdadera, por lo tanto estas dos hipótesis son mutuamente excluyentes y exhaustivas. Excluyente significa que no puede ocurrir simultáneamente y exhaustivo que se puede considerar todos los posibles resultados.

Tanto la hipótesis alternativa como la hipótesis nula pueden ser direccional y no direccional. En el caso de este trabajo de investigación tanto la hipótesis alternativa como la hipótesis nula son direccionales.

2.7.2. Regla de decisión (nivel α).

En todo experimento siempre se evalúa la hipótesis nula en vez de la hipótesis alternativa, debido a que se puede calcular la probabilidad de eventos aleatorios. Evaluamos la hipótesis nula suponiendo que es verdadera y verificando si dicho supuesto es razonable, al calcular la probabilidad de obtener el resultado si sólo opera el azar. Si la probabilidad del resultado es menor o igual que el nivel de probabilidad crítico, llamado nivel alfa, rechazamos la hipótesis nula, por lo cual aceptamos la hipótesis alternativa. Cuando rechazamos la hipótesis nula decimos que los resultados son significativos o confiables. En cambio si la probabilidad obtenida es mayor que el nivel alfa, se concluye que no podemos rechazar la hipótesis nula, por lo tanto, se conserva la hipótesis nula como una explicación razonable de los datos.

2.7.3. Errores tipo 1 y tipo 2

Al tomar decisiones con respecto a la hipótesis nula, podemos cometer errores de dos tipos. Estos reciben el nombre de error tipo 1 y error tipo 2. Un error tipo 1, consiste en la decisión de rechazar la hipótesis nula cuando esta es verdadera. Un error tipo 2 consiste en la decisión de no rechazar la hipótesis nula cuando esta es falsa.

2.7.4. El nivel alfa y el proceso de decisión.

Debemos tomar en cuenta que cuando utilizamos datos muestrales para evaluar una hipótesis, nunca estamos seguros de que nuestra conclusión sea correcta. Sin embargo nos podemos ayudar del nivel alfa, que los científicos establecen al principio del experimento y que ayuda a delimitar la probabilidad de cometer un error tipo 1. Normalmente se escoge 0,05 como una referencia, sin embargo no existe un mecanismo adecuado para seleccionar el nivel alfa. Si uno

seleccionara un nivel de alfa mas pequeño que 0,05 por ejemplo 0,01 se incrementa la posibilidad de cometer un error tipo 2 [23].

2.7.5. La prueba T emparejada en Excel

Excel es una herramienta poderosa cuando se trata de análisis estadísticos. Una de ella es la prueba de t emparejada. En Excel la sintaxis se escribe:

PRUEBA.T(matriz 1; matriz 2; colas; tipo)

Donde matriz 1 es el primer conjunto de datos, matriz 2 es el segundo grupo de datos, colas especifica el número de colas de la distribución que puede ser 1 o 2; y tipo se refiere al tipo de prueba que puede ser 1 si es observaciones por pares, 2 si las dos muestras tienen varianzas iguales y 3 si las dos muestras tienen varianzas diferentes. En el caso de esta investigación, trabajaremos con las dos matrices ya que tendremos resultados de la evaluación de la prueba de entrada y de la prueba de salida, adicionalmente debido a la tendencia de los datos y a nuestra hipótesis alternativa direccional trabajaremos con una cola y finalmente el tipo será 3 debido a que las muestras tienen varianzas diferentes.

2.8. La Ganancia de Hake

En 1996 el catedrático Richard Hake de la universidad de Indiana realizó un análisis de 62 cursos introductorios de Física, en total se trabajaron con alrededor de 6500 estudiantes [24]. Estos cursos estaban conformados por estudiantes de universidades locales, así como también de estudiantes de nivel secundario. Cada uno de los estudiantes que participaron en este proceso se sometieron a una prueba estandarizada “pre – test” y “post – test” muy parecida al Test de Diagnostico Halloun – Hestenes Mechanics [25] o el inventario de concepto de fuerza [26]. Estas pruebas tienen como objetivo el examinar el aprendizaje

conceptual de los estudiantes, más no de sus habilidades matemáticas o de solución de problemas.

Se reportó los resultados de las dos pruebas a través de un número denominado “ganancia normalizada” que es la razón del aumento entre la prueba preliminar (pre – test) y la prueba final (post – test) respecto al máximo aumento posible (Hake, 1998), el cual lo podemos determinar de la siguiente manera, tal como se muestra en la ecuación 1:

$$g = \frac{ps-pe}{1-pe} \geq 0 \quad (1)$$

Donde “ps” es la calificación de la prueba de diagnóstico después de la aplicación del módulo instruccional multimedia (post-test) y “pe” es la calificación de la prueba de diagnóstico previo a la aplicación del módulo instruccional multimedia (pre – test). Las calificación está normalizada (la mayor posible es igual a 1); en caso de que se quieran los resultados sin normalizar, se sustituirá el 1 en la ecuación por la calificación máxima del examen, en nuestro caso es de 20 puntos. Para el caso en el que $ps > pe$ (el puntaje del post – test sea mayor que el pre – test) la ganancia normalizada establece una relación entre lo que un grupo de estudiantes aprendió ($ps - pe$) y lo que era posible aprender ($1 - pe$) [27].

En el caso de nuestra investigación la prueba tenía 10 preguntas de tipo conceptual enfocadas a campo magnéticos estacionarios producidos por conductores con corriente eléctrica y sobre fuerza magnética entre conductores paralelos en los que circulan corrientes eléctricas.

2.9. Campo Magnético

2.9.1. Breve historia

Los griegos observaron este fenómeno por primera vez en la ciudad de Magnesia en Asia Menor, de ahí el término magnetismo. Ellos los llamaron imanes naturales. El primer filósofo que estudió el fenómeno del magnetismo fue Tales de Mileto, que vivió entre 625 a. C. y 545 a. C. En un manuscrito chino del siglo IV a. C. Tales de Mileto, dijo el imán atrae al hierro, ya que tiene un alma. En el siglo XII los chinos la usaban para la navegación [28]. La primera mención sobre la atracción de una aguja aparece en un trabajo realizado entre los años 20 y 100 de nuestra era: “La magnetita atrae a la aguja”.

El científico ShenKua (1031-1095) escribió sobre la brújula de aguja magnética y mejoró la precisión en la navegación empleando el concepto astronómico del norte absoluto. Hacia el siglo XII los chinos ya habían desarrollado la técnica lo suficiente como para utilizar la brújula para mejorar la navegación. Alexander Neckham fue el primer europeo en conseguir desarrollar esta técnica en 1187.

El conocimiento del magnetismo se mantuvo limitado a los imanes, hasta que en 1820, Hans Christian Ørsted, profesor de la Universidad de Copenhague, descubrió que un hilo conductor sobre el que circulaba una corriente eléctrica producía un campo magnético a su alrededor, y que al acercar una aguja magnética la podía mover.

2.9.2. El concepto de campo

Consideremos como ejemplo el campo gravitatorio. Un hecho fundamental de la gravitación es que dos masas ejercen fuerzas entre sí, por lo tanto, existe

una interacción entre ellas. Se puede considerar esta circunstancia como una interacción directa entre las dos partículas de masa, si así se desea, es por eso que se conoce a la fuerza gravitatoria como una fuerza de acción a distancia. Otro punto de vista, es a partir del concepto de campo, que considera a una partícula de cierta masa, modifica de alguna forma el espacio que lo rodea, formando un campo gravitatorio. Este campo actúa entonces sobre cualquier otra partícula de masa colocada en él, ejerciendo una fuerza de atracción gravitatoria sobre ella. Por consiguiente, el campo juega un papel intermedio en nuestra forma de pensar acerca de las interacciones entre las partículas de masa. De acuerdo con este punto de vista tenemos en nuestro problema dos partes separadas: en primer lugar está el campo producido por una distribución dada de partículas de masa; y segundo, es necesario calcular la fuerza que ejerce este campo en otra partícula de masa colocada en él.

Se dice que en una determinada región del espacio se tiene un "campo físico" cuando en ella se presentan u observan propiedades físicas. Estas propiedades pueden tener carácter escalar, vectorial o tensorial [29].

El campo gravitatorio es un ejemplo de campo vectorial, porque en este campo cada punto tiene un vector asociado con él. También se puede hablar de campo escalar, como por ejemplo, el campo de temperatura en un sólido conductor del calor.

El concepto de campo es particularmente útil para comprender las fuerzas de acción a distancia como la gravitatoria, la eléctrica y la magnética. El concepto de campo no se usaba en la época de Newton, sino que fue desarrollado por Faraday para el electromagnetismo, y es allí donde se lo aplicó a la gravitación.

Hoy en día el concepto de campo es importante ya que ayuda a describir todas las interacciones de la naturaleza.

2.9.3. Campo vectorial.

Se define un campo vectorial E : si a cada punto de coordenadas (x, y, z) de una región del espacio se le puede asociar un vector E que depende de (x, y, z) [30].

El campo vectorial E depende del punto, y es por eso, que decimos que se llama función vectorial del punto. Si el campo vectorial no depende del tiempo se llama estacionario. En cambio cuando el campo vectorial tiene la misma magnitud y la misma dirección en todos los puntos del espacio decimos que es un campo vectorial uniforme.

En los campos vectoriales se definen las líneas de fuerza o líneas de campo, en los que el vector campo siempre es tangente en cada punto de dichas líneas. Cuando el campo es uniforme, se lo representa por líneas de campo paralelas y equidistantes.

Como ejemplos de campos vectoriales podemos citar el campo gravitatorio, el campo eléctrico y el campo magnético [31]

2.9.4. Campo magnético de un hilo recto

Cuando se colocan limaduras de hierro en las inmediaciones de un hilo recto, que conduce una corriente eléctrica, éstas se alinean como se representa en la figura 8.

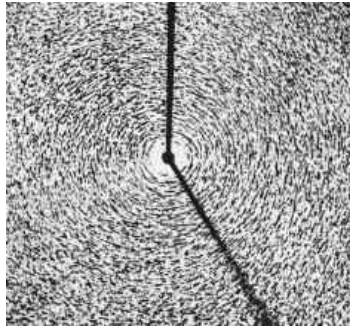


Figura 8: Visualización de las líneas de campo magnético alrededor de un conductor en el que circula corriente eléctrica por medio de limaduras de hierro obtenida de <http://campomagnetico221.blogspot.com/>

En forma gráfica, las líneas de fuerza magnética o líneas de campo magnético son circunferencias concéntricas con centro en el hilo y entre cada línea de fuerza magnética se van alejando una de otra, ya que el campo magnético disminuye conforme se aleja del hilo conductor, tal como se muestra en la figura 9.

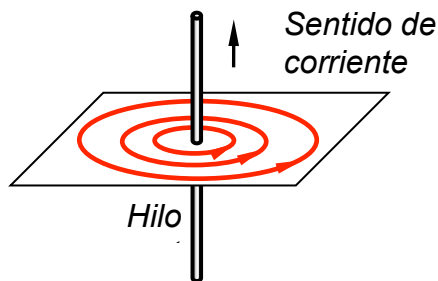


Figura 9: Líneas de campo magnético de un hilo recto muy largo diseñado por Marcos Guerrero

Para determinar el sentido de estas líneas de campo magnético se usa la regla de la mano derecha que dice lo siguiente: *“Se sujeta el alambre con la mano derecha, con el pulgar en la dirección de la corriente, ver figura 10, se cierra los dedos y el sentido en el que se cierran los dedos coincide con el de las líneas de campo magnético”*. Observe que el vector campo magnético en un punto de la línea de campo magnético es tangente a la trayectoria.

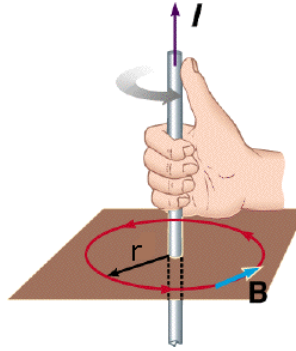


Figura 10: Regla de la mano derecha para determinar la dirección de las líneas de campo magnético alrededor de un conductor con corriente eléctrica diseñado por Marcos Guerrero

2.9.5. Campo magnético generado por un hilo recto

El campo magnético que genera un hilo recto muy largo es tal que sus líneas de fuerza magnética son circunferencias concéntricas al alambre. Este campo tiene menor magnitud, mientras mayor sea la distancia al alambre y menor corriente conduzca el hilo.

Experimentalmente se demuestra que la magnitud del campo magnético B es directamente proporcional a la corriente I que conduce el hilo e inversamente proporcional a la distancia perpendicular al alambre r , tal como se muestra a continuación.

$$B \propto \frac{I}{r} \quad (2)$$

Para llevar de una proporcionalidad a una ecuación se incluye la constante de proporcionalidad que se escribe como $\mu_0/2\pi$, donde $\mu_0=4\pi \times 10^{-7} Tm A^{-1}$ y se denomina *permeabilidad magnética del vacío*, por lo tanto tenemos la ecuación 3:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \quad (3)$$

Ahora como lo constante de proporcionalidad es $\mu_0/2\pi$ y $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} TmA^{-1}$, tendremos que la nueva constante de proporcionalidad será de $2,0 \times 10^{-7} TmA^{-1}$.

2.9.6. Fuerza magnética en un conductor largo que se encuentra en el interior de un campo magnético uniforme.

Experimentalmente se observa que: *cuando un conductor portador de corriente está inmerso en una región en la que hay un campo magnético, éste le ejerce una fuerza magnética. Esta fuerza magnética es perpendicular a las direcciones de la corriente y el campo magnético.*

La magnitud de la fuerza magnética F ejercida por el campo magnético sobre el conductor portador de corriente es directamente proporcional a la corriente I , a la longitud del alambre l , a la magnitud del campo magnético B y al seno del ángulo θ que forman el campo magnético y el sentido en el que circula la corriente, tal como se muestra en la ecuación 4:

$$F = IlB \sin\theta \quad (4)$$

Cuando el sentido de la corriente y el campo magnético son perpendiculares entre sí ($\theta = 90^\circ$), la magnitud de la fuerza magnética alcanza un valor máximo, tal como se muestra en la ecuación 5:

$$F = IlB \quad (5)$$

Cuando el alambre está orientado de forma paralela al campo magnético, es decir el ángulo $\theta = 0^\circ$ o $\theta = 180^\circ$, no hay fuerza magnética sobre el alambre.

Para determinar la dirección de la fuerza magnética se usa la regla de la mano derecha: “Con la mano derecha, la dirección del dedo índice debe coincidir con la de la dirección en la que circula la corriente y la dirección del dedo medio debe coincidir con la dirección del campo magnético, por lo que la dirección de la fuerza magnética coincide con la del pulgar (ver figura 11 y 12)”.

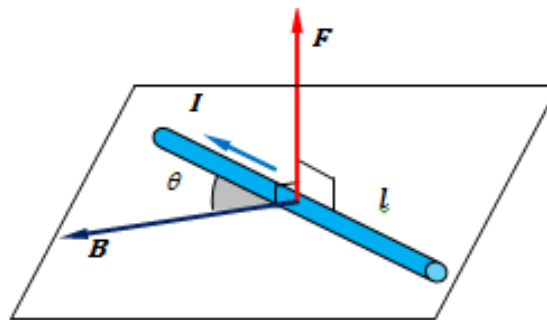


Figura 11: La fuerza magnética sobre un conductor es perpendicular al campo y a la corriente eléctrica diseñado por Marcos Guerrero



Figura 12: Regla de la mano derecha para obtener la dirección de la fuerza magnética sobre un hilo conductor recto en el que circula corriente eléctrica obtenido de <http://angelicaperdomo123.wordpress.com/acerca-del-1er-corte/magnetismo/regla-o-ley-de-la-mano-derecha/>

2.9.7. Fuerza magnética entre dos conductores paralelos infinitos

Al representar dos conductores rectilíneos de longitud infinita, paralelos entre sí, separados a una distancia d (ver figura 13a), por los cuales circulan corrientes eléctricas de intensidades I_1 e I_2 en el mismo sentido, se tiene que la corriente que pasa por el primer conductor I_1 crea a su alrededor un campo magnético B_1 y a una distancia d su magnitud de campo magnético estará dado por la ecuación 6:

$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d} \quad (6)$$

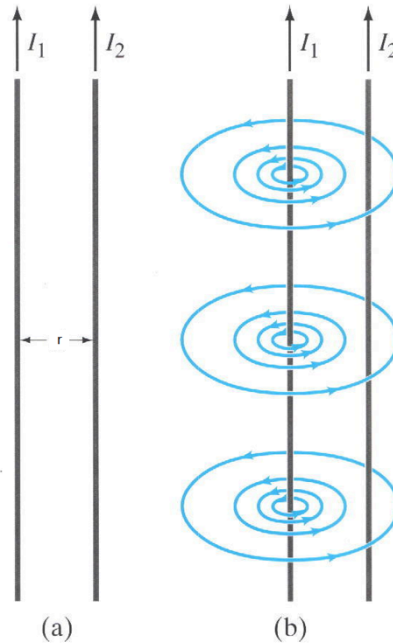


Figura 13 a: Conductores rectos e infinitos en los que circulan corrientes eléctricas en la misma dirección obtenido de Física para científicos e ingenieros, tercera edición, Douglas C. Giancoli.

Figura 13 b: Líneas de campo magnético producido por uno de los conductores rectos e infinitos obtenido de Física para científicos e ingenieros, tercera edición, Douglas C. Giancoli.

Aplicando la regla de la mano derecha para determinar el campo magnético generado por el conductor 1 se encuentra la dirección de las líneas de campo magnético (ver figura 13 b). Como el segundo conductor se encuentra en el campo

magnético de la corriente I_1 está sometido a una fuerza magnética cuyo módulo, para una longitud l está dado por la ecuación 7:

$$F_1 = I_2 l B_1(7)$$

Como el vector campo magnético B_1 es perpendicular al segundo conductor, entonces observamos (ver figura 14) que la dirección fuerza magnética en el cable 2 es de atracción hacia el cable 1.

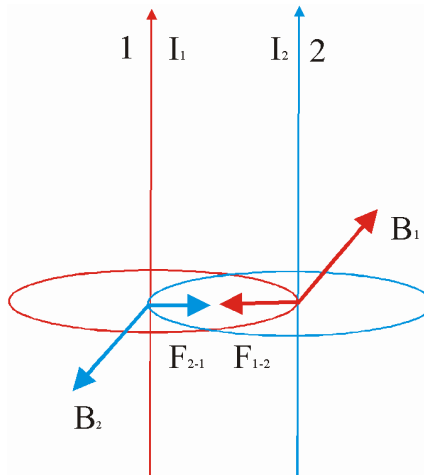


Figura 14: Vector campo magnético producido por un conductor sobre el otro obtenida de http://www.iesbajoaragon.com/~fisica/fisica2/EM/junio_0304b.htm

Si reemplazamos la ecuación 6 en la ecuación 7 tendremos la ecuación 8:

$$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d}(8)$$

Por razonamiento análogo, la corriente I_2 origina en el conductor 1 a una distancia d un campo magnético B_2 que actúa sobre el primer conductor con una

fuerza F cuyo módulo está dado por la ecuación 4, pero la dirección de la fuerza es hacia el conductor 2.

Por lo tanto se concluye:

“Dos hilos rectos que conducen corrientes en la misma dirección se atraen mutuamente, mientras que si las corrientes tienen direcciones opuestas se repelen entre sí”.

Si la magnitud de las corrientes son I_1 e I_2 y la distancia que separa a los hilos es d , en cualquiera de los dos casos, la magnitud de la fuerza magnética por unidad de longitud que se ejercen se calcula por la ecuación 9:

$$\frac{F}{l} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d} \quad (9)$$

Además se puede ver que estas dos fuerzas cumplen la tercera ley de Newton.

2.9.8. Definición del amperio

“Un amperio se define como aquella corriente que fluye en cada uno de los hilos rectos paralelos, separados 1 m, que da como resultado una fuerza de exactamente $2 \cdot 10^{-7}$ N por cada metro de longitud por cada hilo” [32]

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método.

Esta investigación se realizará utilizando el nuevo paradigma de la investigación educativa, la investigación basada en diseño. Este método combina la investigación cualitativa y cuantitativa [33]. Por lo tanto, este método está dividido en dos intervenciones que representan la fase 1 y 2 del método, para finalmente aplicar la fase 3 en los resultados.

3.1.1. Método de la primera intervención.

En la primera intervención se aplicará la investigación cualitativa, en la que se entrevistará tanto a los estudiantes como a los profesores de un colegio de la ciudad de Guayaquil. La entrevista será al inicio, durante y después de la investigación para ir mejorando el diseño del módulo instruccional multimedia y se observará el comportamiento de los profesores y los estudiantes frente al sistema multimedia, para luego tomar apuntes en la libreta de campo y poder realizar las respectivas mejoras.

3.1.1.1. Sujetos.

Para esta primera intervención trabajaremos con un profesor y con 10 estudiantes de una Unidad Educativa de la ciudad de Guayaquil. A los estudiantes les llamaremos de ahora en adelante sujetos, los cuales tienen distintas características, diferentes niveles de conocimiento, diferentes niveles de lectura y diferentes estilos de aprendizaje. Las edades de los sujetos oscilan entre los 17 y 18 años de edad.

3.1.1.2. Tarea y material instruccional.

La tarea instruccional seleccionada para el estudio fue la unidad de Campo magnético estacionario que se aplicó en el mes de Mayo del 2012. Inicialmente se aplicó a un grupo de estudiantes de una Unidad Educativa de la ciudad de Guayaquil.

Entre los materiales a utilizar tenemos el módulo instruccional multimedia en la unidad de campo magnético estacionario, la cual consta de una prueba de entrada que tiene 10 preguntas de desarrollo (ver apéndice A) sobre temas referentes a fuentes de campo magnético y fuerza magnética en partículas cargadas en movimiento y entre conductores con corriente eléctrica. Luego se desarrolla los contenidos sobre la unidad de campo magnético estacionario utilizando la metodología de Gagné, para finalmente volver aplicar la misma

prueba de entrada. El desarrollo de todo el módulo instruccional multimedia tiene una duración de aproximadamente 4 horas.

Es importante mencionar que durante todo el proceso se trabajará en la plataforma Blackboard en la que se encuentra el módulo instruccional multimedia que consta de las pruebas de entrada y salida, los contenidos, videos, animaciones y simulaciones sobre el tema de campo magnético estacionario. Normalmente la plataforma Blackboard tiene un costo, pero esta vez trabajaremos con la compañía Coursites que nos facilita un acceso a la plataforma de manera gratuita.

3.1.1.3. Procedimiento.

Inicialmente procedemos a entregar el plan de clase al profesor y un acceso a la plataforma de Blackboard de la compañía Coursites para que lo revise un día antes de la aplicación del módulo instruccional multimedia.

Ya en la clase, el profesor aplicará el módulo instruccional multimedia y para esto se trabajará en el laboratorio de computación de una unidad educativa de la ciudad de Guayaquil.

El profesor aplica el módulo instruccional multimedia, iniciando con la prueba de entrada, luego desarrolla los contenidos y finalmente aplica la prueba de salida. Todo esto lo realiza con ayuda de la plataforma de Blackboard.

Luego de finalizar el módulo instruccional, se realizó una serie de preguntas al profesor y al estudiante sobre el módulo instruccional multimedia. Luego del proceso de preguntas tanto profesor como estudiantes realizaron las siguientes recomendaciones.

- La formulación de cada una de las pruebas, información y actividades del módulo instruccional multimedia, debe ser clara y precisa, usando un lenguaje sencillo y de fácil comprensión
- Mejorar algunas imágenes que estaban dentro del módulo instruccional multimedia, debido a que no estaban muy claras.
- Cambiar el video utilizado por uno de menor tiempo, ya que el que estaba originalmente era muy largo en tiempo y producía aburrimiento.

3.1.2. Método de la segunda intervención.

Luego de haber realizado las modificaciones sugeridas por el profesor y los estudiantes en la primera intervención, pasaremos a la segunda intervención que es la etapa de la investigación cuantitativa. En el caso del rendimiento académico, la mediremos mediante pruebas de entrada y de salida tanto al inicio y al final de

la unidad, para así verificar si los objetivos planteados para el estudiante, se han cumplido en la unidad de Campo Magnético Estacionario.

3.1.2.1. Sujetos.

Para esta segunda intervención trabajaremos con un nuevo profesor y 16 nuevos sujetos de otra unidad educativa de Guayaquil. A los estudiantes les llamaremos de ahora en adelante sujetos, los cuales tienen distintas características, diferentes niveles de conocimiento, diferentes niveles de lectura y diferentes estilos de aprendizaje. Las edades de los sujetos oscilan entre los 17 y 18 años de edad.

3.1.2.2. Tarea y material instruccional.

La tarea instruccional seleccionada para el estudio fue la unidad de Campo magnético estacionario que se aplicó en el mes de Septiembre del 2012. Inicialmente se aplicó a un grupo de estudiantes de una Unidad Educativa de la ciudad de Guayaquil.

Entre los materiales a utilizar tenemos el módulo instruccional multimedia en la unidad de campo magnético estacionario, que consiste en una prueba de entrada que consta de 10 preguntas de desarrollo (ver apéndice A) sobre temas referentes a fuentes de campo magnético y fuerza magnética en partículas cargadas en movimiento y entre conductores con corriente eléctrica. Luego se

desarrolla los contenidos sobre la unidad de campo magnético estacionario utilizando la metodología de Gagné, para finalmente volver aplicar la misma prueba de entrada. El desarrollo de todo el módulo instruccional multimedia tiene una duración de aproximadamente 4 horas.

3.1.2.3. Procedimiento.

Inicialmente procedemos a entregar el plan de clase al profesor y un acceso a la plataforma de Blackboard de la compañía Coursites para que lo revise un día antes de la aplicación del módulo instruccional multimedia.

Ya en la clase el profesor aplica el módulo instruccional multimedia y para esto trabajará en el laboratorio de computación de la misma unidad educativa de la ciudad de Guayaquil. Luego aplica la prueba de entrada, después desarrolla los contenidos y finalmente aplica la prueba de salida. Todo esto lo realiza con ayuda de la plataforma de Blackboard.

3.2. Variables.

Para este estudio trabajaremos con dos variables. En el caso de la variable independiente será el módulo instruccional y el caso de la variable dependiente será el rendimiento académico. Para el rendimiento académico se utilizará la prueba t emparejada con un nivel de significación de 0.05 y se representará gráficamente la ganancia de Hake.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Tablas de resultados de la prueba de entrada y salida calificado sobre 20

A continuación se muestra los resultados de la prueba de entrada y de la prueba de salida en la tabla 1 y que fue calificada sobre 20 puntos. La prueba fue diseñada con 10 preguntas, cada una con 5 respuestas posibles y con un valor de 2 puntos cada una. En cada tema se debía seleccionar la respuesta correcta y además justificar su respuesta. Para que su calificación sea uniforme se diseñó una rúbrica (ver apéndice B). Adicionalmente es importante mencionar que esta prueba se aplicó a 16 estudiantes de un colegio secundario de la ciudad de Guayaquil y que no tenían un nivel alto de conocimientos, en especial de Física.

Estudiante	TOTAL DE LA PRUEBA SOBRE 20	
	PE	PS
1	2,40	5,40
2	1,80	10,20
3	1,40	4,20
4	0,00	7,20
5	0,00	6,00
6	8,00	8,40
7	1,20	10,80
8	2,40	7,20
9	1,20	9,60
10	2,40	7,20
11	0,60	12,00
12	0,60	7,20
13	1,20	1,80
14	3,60	10,80
15	1,80	8,40
16	3,60	10,20

Tabla 1: Tabla de resultados de la prueba de entrada y salida calificado sobre 20 diseñada por Marcos Guerrero

Ahora se muestra el gráfico 1 donde se compara los resultados de la prueba de entrada y de salida de los 16 estudiantes (ver apéndice C).

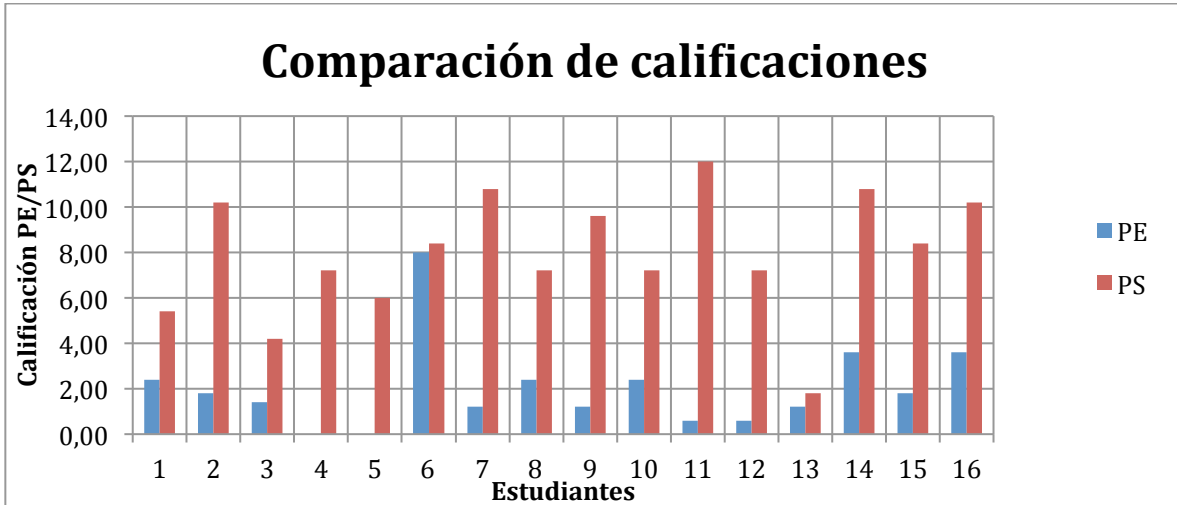


Gráfico 1: Diagrama de Barras para comparar las calificaciones de la prueba de entrada y de salida diseñado por Marcos Guerrero

Ahora presentaremos las medias aritmética, la desviación estándar de la prueba de entrada y de salida, así como también el valor p calculado, en la tabla 2

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
	<i>Prueba de entrada</i>	<i>Prueba de salida</i>
Media	1,34	4,72
Desviación estándar	1,19	3,25
Varianza	1,41	10,55
Grados de libertad	15	15
Observaciones	16	16
P(T<=1) una cola	7x10 ⁻⁷	

Tabla 2: La tabla muestra la media y la varianza de la prueba de entrada y de salida, así como también el valor de p. Diseñado por Marcos Guerrero

4.2. Tabla de resultados de la prueba de entrada, prueba de salida y ganancia de Hake normalizada.

En la tabla 3 se muestra la prueba de entrada, la prueba salida y la ganancia de Hake normalizada

Estudiante	TOTAL DE LA PRUEBA NORMALIZADA		GANANCIA DE HAKE NORMALIZADA
	pe	ps	$(ps-pe)/(1-pe)$
1	0,12	0,27	0,17
2	0,09	0,51	0,46
3	0,07	0,21	0,15
4	0,00	0,36	0,36
5	0,00	0,30	0,30
6	0,40	0,42	0,03
7	0,06	0,54	0,51
8	0,12	0,36	0,27
9	0,06	0,48	0,45
10	0,12	0,36	0,27
11	0,03	0,60	0,59
12	0,03	0,36	0,34
13	0,06	0,09	0,03
14	0,18	0,54	0,44
15	0,09	0,42	0,36
16	0,18	0,51	0,40

Tabla 3: Tabla de resultados de la prueba de entrada, la prueba de salida y la ganancia de Hake diseñada por Marcos Guerrero

A continuación se muestra la gráfica 2 en donde se presenta la ganancia de Hake normalizada vs la calificación de prueba de entrada normalizada de los 16 estudiantes a los que se les aplicó el módulo instruccional multimedia.

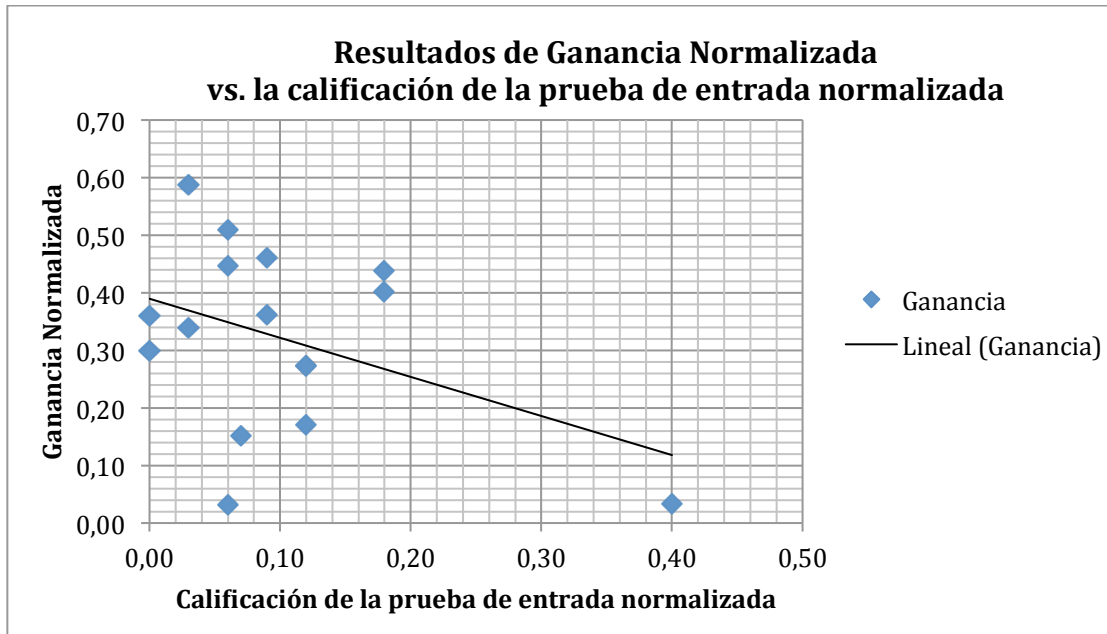


Gráfico 2: Comparación de la ganancia normalizada vs la calificación de la prueba de entrada normalizada diseñado por Marcos Guerrero

Ahora se muestra la gráfica 3 en donde se presenta la ganancia de Hake normalizada vs la calificación de prueba de salida normalizada de los 16 estudiantes a los que se les aplicó el módulo instruccional multimedia.

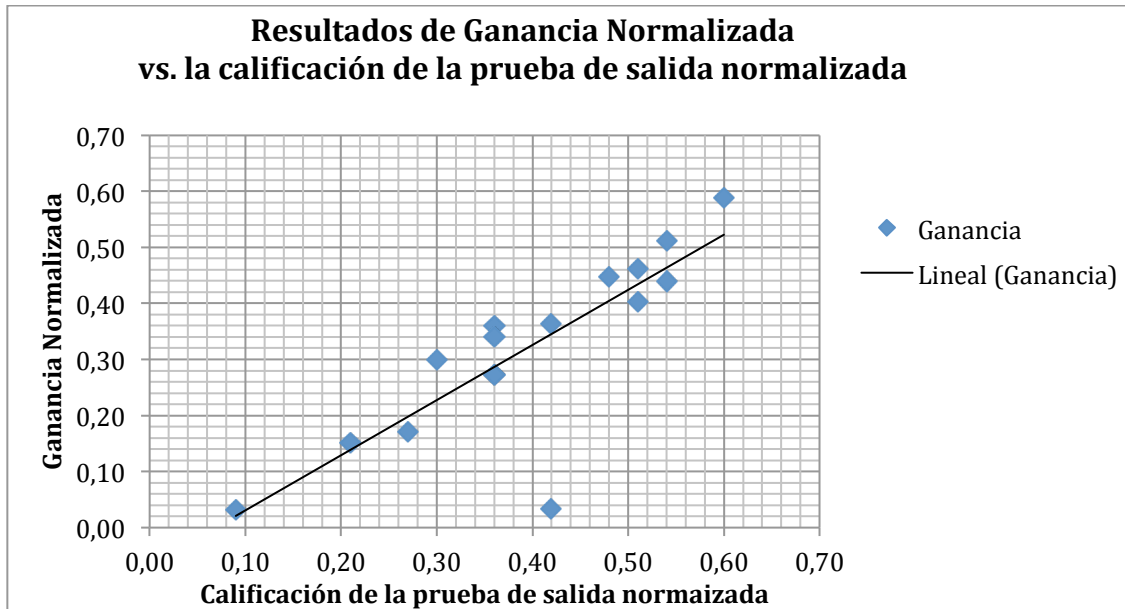


Gráfico 3: Comparación de la ganancia normalizada vs la calificación de la prueba de salida normalizada diseñado por Marcos Guerrero

CAPÍTULO V

5. Discusión de los resultados y conclusión.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba de la t emparejada y aplicado a los 16 estudiantes, observamos que la hipótesis nula se desecha con un error tipo 1 y se acepta la hipótesis alternativa debido a que la probabilidad obtenida es menor al valor crítico. En el caso de la ganancia de Hake se observa que cada uno de los estudiantes mejoró en el proceso. Aunque en ambos procesos estadísticos se demuestra una mejoría en la evaluación, es importante mencionar que el grupo de estudiantes al que se le aplicó el modulo instruccional multimedia, pertenecen a una institución educativa de bajo nivel académico

Adicionalmente es importante mencionar que la aplicación del módulo instruccional multimedia a un grupo de estudiantes de alto nivel académico de una reconocida institución educativa en la primera intervención, fue de mucha ayuda, ya que tanto los estudiantes como el profesor que llevó a cabo la aplicación del módulo, mostraron recomendaciones en las preguntas de la prueba de entrada y de salida, así como también de las diferentes preguntas que estaban en cada uno de los talleres propuestos. Sugirieron que cada pregunta debe ser formulada en forma adecuada y entendible para el estudiante, que los gráficos utilizados hay que mejorarlos aumentando más información, y por último que la selección de las animaciones y videos sea más amigable.

Dentro de las limitaciones que encontramos en la aplicación del módulo instruccional multimedia tenemos que el grupo de estudiantes con se que se trabajó en la segunda intervención, no tenían un alto nivel académico, no habían visto teoría de campos gravitacionales y campos eléctricos, sin embargo la investigación demuestra que hubo notable

mejorías en el proceso. A pesar que hubo suficientes computadoras de escritorio para trabajar una por cada estudiante, una limitación del proceso fue la conexión de internet ya que de alguna manera retraso el proceso. Otra limitación del proceso fueron las evaluaciones de la prueba de entrada y salida, ya que como se calificaba con rúbrica había que hacerlo manualmente.

La ventaja de haber utilizado la plataforma blackboard, era que las evaluaciones de todas las pruebas aplicadas en los diferentes talleres, en especial, las preguntas con opciones múltiples formuladas después de la explicación de cada tema, de manera automática mostraba la nota de cada estudiante y eso ayudaba a decidir si continuar en el proceso o detenerse para realizar una retroalimentación del tema estudiado.

Una recomendación que se puede realizar de esta investigación, es desarrollar un módulo instruccional de todos los temas de Física y en especial de los temas que están enfocados a la teoría de Campos, ya que este tema es muy complejo y complicado para muchos.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS.

[1] Guisasola, Jenaro, Almudí, José Manuel y Ceberio, Mikel, “Concepciones alternativas sobre el campo magnético estacionario. Selección de cuestiones realizadas para su detección”, Revista Enseñanza de las Ciencias, Volumen 21, Número 2, 2003, página 281-293.

[2] Saglam, M. and Millar, R., “Upper high school students’ understanding of electromagnetism”, Magazine International Journal of Science Education Volume 28, 2006, pages 543-566.

[3] Gagne, R., “The Conditions of Learning”, editorial Holt, Rinehart & Winston, 4ta edición, New York, 1985

[4] Gagne, R. Instructional Technology Foundations. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Assoc, 1987

[5] Gagne, R. & Driscoll, M. Essentials of Learning for Instruction (2nd Ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.1988

[6] Gloria J. Yukavetsky, M.A.ED. “Elaboración de un módulo instruccional”, preparado por el Centro de Competencias de la Comunicación, Universidad de Puerto Rico en Humacao, Junio 2003 .

[7] Carl J. Wenning, “Dealing more effectively with alternative conceptions in science”, Magazine Journal Physics Teacher Education Online, Volume 5, Number 1, 2008, pages 11-19.

[8] David Hammer, “More than misconceptions: Multiple perspectives on student knowledge and reasoning, and an appropriate role for education research” American Journal of Physics, 64(10), pag 1316-1325, 1996

[9] Saglam, M. and Millar, R., "Upper high school students' understanding of electromagnetism", Magazine International Journal of Science Education Volume 28, 2006, pages 543-566.

[10] Alfonso Llancaqueo Henríquez, "El aprendizaje del Concepto de campo en Física: Conceptualización, progresividad y dominio", Programa Internacional de doctorado en enseñanza de las ciencias, Universidad de Burgos, Julio 2006

[11] Moreira Marco Antonio y Greca Iliana María, "Cambio conceptual: análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo", Revista Ciência & Educação, V. 9, N. 2, p. 301-315, 2003

[12] Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design Experiments in Educational Research. Educational Researcher, 32(1), 9-13.

[13] Brown, A. L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. The Journal of The Learning Sciences, 2(2), 141-178.

[14] Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design Experiments in Educational Research. Educational Researcher, 32(1), 9-13.

[15] Wolfgang Schnotz (2008), "Aprendizaje Multimedia desde una Perspectiva Cognitiva" Revista de Docencia Universitaria, Volumen 2, número 2, 2008, disponible en: http://revistas.um.es/red_u/article/view/20011

[16] De la Orden Hoz Arturo, "El Nuevo horizonte de la investigación pedagógica", Revista Electrónica de Investigación Educativa, Volumen 9, Número 1, 2007, páginas 1-23

- [17] Bartolome, A.: "Multimedia interactivo y sus posibilidades en educación superior". Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación, 1. 5-14.1994
- [18] Bosco, J. (1984): "Interactive Video: Educational Tool or Toy". Educational Technology. Abril 1984, Pág.13-19.
- [19] Bravo Ramos Juan Luis, " ¿Qué es un video educativo?", ICE de la Universidad Politécnica de Madrid; p.1 2010
- [20] Daza Hernández Gladys; El video educativo", Revista Media Forum, Editorial CAMECO, Octubre 1992.
- [21] Marchisio Susana, Plano Miguel, Ronco Jorge, Von Pamel Oscar, "Experiencia con uso de simulaciones en la enseñanza de la Física de los dispositivos electrónicos", LatinEduca2004.com, Marzo 2004
- [22] Fernández Miranda Marina, Bermúdez Torres Marco, "La plataforma virtual como estrategia para mejorar el rendimiento escolar de los alumnos en la I.E.P. Coronel José Joaquín Inclán de Piura, Revista Digital Sociedad de la información, Febrero 2009
- [23] R. Pagano Robert, "Estadísticas para las ciencias del comportamiento"; Editorial Thomsom, Séptima Edición. P. 218,220-223
- [24] R. Hake Richard; 'Interactive engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses.' Department of Physics, Indiana University, Bloomington, Indiana 47405 *American Journal of Physics*, 66 (1) January, 1998, pp 64.
- [25] Halloun I. and Esténse D.; "The initial knowldege state of collage physics students.", *American Journal of Physics*, 53, 1992, pp 1043.

[26] Esténe D., Wells M. and Swackhamer G., "Force Concept Inventory.", *The Physics Teacher* 30 (1992) pp141.

[27] Hake, R., Interactive-engagement vs traditional methods: A six-thousandstudent survey of mechanics test data for introductory physics courses, *American Journal of Physics*, 66, 64- 74, 1998.

[28] E.T.S.I. Industriales Rúa Maxwell 936310 Vigo. Pontevedra (SPAIN). (2011). *Magnetismo*. Recuperado el 22/5/2012 http://webs.uvigo.es/quintans/recursos/web_electromagnetismo/magnetismo_intro.htm

[29] Fowler M. (1997). *Historical beginnings of theories of electricity and magnetism*. Recuperado el 23/5/2012 http://galileoandeinstein.physics.virginia.edu/more_stuff/e&m_hist.html

[30] A. Beléndez, J. G. Bernabeu, C. Pastor, "Magnitudes, vectores y campos". Universidad Politécnica de Valencia, SPUPV-88.511 (1988)

[31] Berkson W., *Las teorías de los campos de fuerza. Desde Faraday hasta Einstein*. Alianza Editorial (1985)

[32] Masot Conde F. (2008). *Campo magnético*. Recuperado el 23/5/2012 <http://www.esi2.us.es/dfa/ffii/apuntes/curso%200708/tema6.pdf>

[33] Young Hugh D. y Freedman Roger A., *Sears-Zemansky Física Universitaria Volumen 2*, Editorial Pearson, Décimo segunda edición, año 2009

[34] De Corte Erik, "Investigación basada en diseño: Un enfoque prometedor para cerrar la brecha entre la teoría y las prácticas educativas", Universidad de Lovaina, Bélgica, ponencia magistral para el X Congreso mexicano de investigación educativa, Veracruz, Septiembre 21-26,2009

APÉNDICES

APÉNDICE A

Plan de Clase según Gagne

Fecha: 10 de Septiembre del 2012

Duración: 4 horas 10 minutos

Instructor: Marcos Guerrero

Lugar: Unidad Educativa

Curso: Física

Nivel: Tercer año de bachillerato

Unidad: Campo magnético estacionario.

Tema: Fuerza magnética entre dos conductores paralelos con corriente eléctrica estacionaria.

Estudiantes: Los estudiantes de tercer año de bachillerato tienen una base sobre fuentes de campo magnético y fuerza magnética en partículas cargadas en movimiento que se encuentra en el interior de un campo magnético.

Objetivos Generales: Al finalizar la unidad los estudiantes serán capaces de conceptualizar y determinar la fuerza magnética entre dos conductores paralelos en los que circula corriente eléctrica estacionaria.

Objetivos Específicos:

Al finalizar la clase el estudiante debe ser capaz de:

- Dibujar las líneas de campo magnético originado por conductores infinitamente largos en los que circula corriente eléctrica estacionaria.
- Determinar la intensidad del campo magnético producido por un conductor infinito en el que circula una corriente eléctrica estacionaria.
- Determinar la magnitud y dirección de la fuerza magnética de un conductor con corriente eléctrica estacionaria en el interior de un campo magnético.
- Explicar la fuerza magnética entre dos conductores infinitamente largo y paralelos en los que circulan corriente eléctrica estacionaria.
- Determinar la magnitud y dirección de la fuerza magnética entre dos conductores infinitamente largo y paralelos en los que circulan corriente eléctrica estacionaria.
- Definir el amperio a partir de la fuerza magnética entre dos conductores infinitos paralelos en los que circula corriente eléctrica estacionaria.
- Resolver problemas relacionados con fuerza magnética entre dos conductores infinitos y paralelos en los que circulan corriente magnética estacionaria.

Prerrequisitos: Para que los estudiantes alcancen los objetivos propuestos, los prerrequisitos más importantes de esta unidad son los siguientes temas: Fuentes de campos magnéticos y fuerza magnética en una partícula cargada en movimiento que se encuentra en el interior de campo magnético.

Desarrollo de la clase.

1. Se ingresa a la plataforma Blackboard, con una clave y usuario proporcionado por el profesor, un día antes de la clase. Luego se ingresa al curso de Física.
2. Ya en el interior del curso, el profesor le indica a los estudiantes que se dirijan hacia la prueba de entrada.
3. Prueba de entrada.
La clase se inicia con una prueba de entrada sobre fuerza magnética entre conductores infinitamente largos en los que circula la corriente eléctrica. La prueba tiene como finalidad recoger las concepciones alternativas sobre este tema.

PRUEBA DE ENTRADA

Las preguntas presentadas a continuación tienen la finalidad de recabar información sobre las concepciones alternativas que tienen los estudiantes de tercer año de bachillerato de una unidad educativa de la ciudad de Guayaquil, en la unidad de campo magnético estacionario, especialmente en los temas relacionados específicamente con conductores infinitamente largos en los que circula la corriente eléctrica.

INSTRUCCIONES

1. Leer con atención cada una de las situaciones que se presentan.
2. Por favor, selecciona la respuesta que consideres apropiada según tus conocimientos y luego explica en forma breve y detallada la selección de tu respuesta.

3. Esfuérzate en seleccionar y responder cada una de las situaciones planteadas.
4. No converses con tus compañeros. El cuestionario es individual.

1. A continuación se muestra un cable infinitamente largo en el que circula una corriente eléctrica i , ver figura 15. Seleccione y explique, ¿cuál es la dirección del campo magnético B , si lo hubiere, en el punto que se muestra con color ce

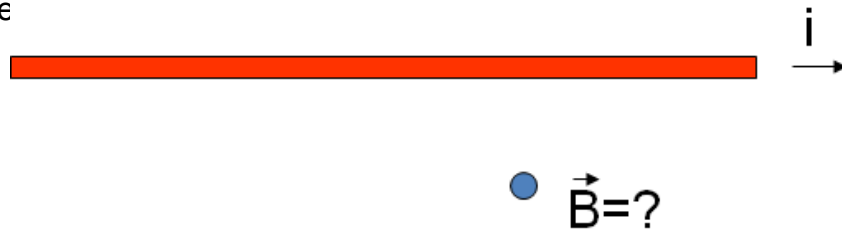


Figura 15. Cable conductor infinitamente largo en el que circula corriente eléctrica. Diseñado por Marcos Guerrero

- A. Hacia la derecha
- B. Saliendo de la página
- C. Entrando a la página
- D. Hacia arriba
- E. Hacia abajo

Explique:.....

.....
.....

La respuesta correcta es la C. Para determinar la dirección del campo magnético producido por un conductor con corriente, se debe utilizar la regla de la mano derecha, por lo tanto la dirección del vector campo magnético es ingresando a la página

2. A continuación se muestra un cable infinitamente largo en el que circula una corriente eléctrica i , ver figura 16. Seleccione y explique, ¿cuál es la dirección del campo magnético B , si lo hubiere, en el punto que se muestra con color celeste?

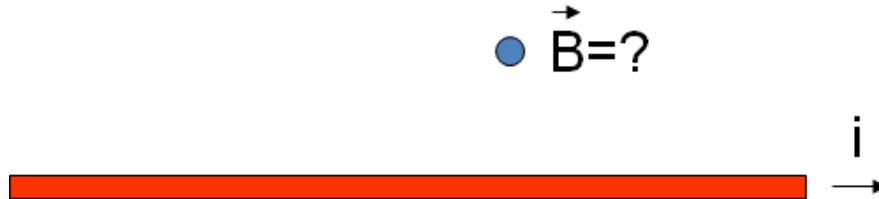


Figura 16. Cable conductor infinitamente largo en el que circula corriente eléctrica. Diseñado por Marcos Guerrero

- A. Hacia la derecha
- B. Saliendo de la página
- C. Entrando a la página
- D. Hacia arriba
- E. Hacia abajo

Explique:.....
.....
.....

La respuesta correcta es la B. Para determinar la dirección del campo magnético debido a un conductor con corriente se utiliza la regla de la mano derecha, por lo tanto la dirección del vector campo magnético es saliendo de la página

3. A continuación se muestra un conductor recto e infinito que conduce una corriente eléctrica estacionaria I y que se encuentra en el interior de un campo magnético uniforme B , ver figura 17. Seleccione y explique la dirección de la fuerza magnética que actúa sobre un conductor recto e infinito.

- A. Hacia la izquierda
- B. Hacia la derecha
- C. Entrando a la página
- D. Saliendo de la página
- E. Hacia abajo



Figura 17: Conductor recto e infinito en el que circula corriente eléctrica y que se encuentra en el interior de un campo magnético uniforme. Diseñado por Marcos Guerrero

Explique:.....
.....
.....

La respuesta correcta es la A. Para determinar la dirección de la fuerza magnética de un conductor con corriente eléctrica que se encuentra en el interior de un campo magnético se utiliza la regla de la mano derecha, por lo tanto la dirección de la fuerza magnética es hacia la izquierda.

4. A continuación se muestra un conductor recto e infinito que conduce una corriente eléctrica estacionaria I y que se encuentra en el interior de un campo magnético uniforme B , ver figura 18. Seleccione y explique la dirección de la fuerza magnética que actúa sobre un conductor recto e infinito.

- A. Hacia la derecha
- B. Hacia la izquierda
- C. Entrando a la página
- D. Saliendo de la página
- E. Hacia abajo



Figura 18: Conductor recto e infinito en el que circula corriente eléctrica y que se encuentra en el interior de un campo magnético uniforme. Diseñado por Marcos Guerrero

Explique:.....

.....
.....

La respuesta correcta es la E. Para determinar la dirección de la fuerza magnética de un conductor con corriente eléctrica que se encuentra en el interior de un campo magnético se utiliza la regla de la mano derecha, por lo tanto la dirección de la fuerza magnética es hacia abajo.

5. A continuación se muestra un conductor recto e infinito que conduce una corriente eléctrica estacionaria I y que se encuentra en el interior de un campo magnético uniforme B , ver figura 19. Seleccione y explique la dirección de la fuerza magnética que actúa sobre un conductor recto e infinito.

- A. Hacia la derecha
- B. Hacia la izquierda
- C. Entrando a la página
- D. Saliendo de la página
- E. Hacia abajo

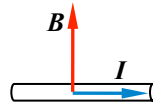


Figura 19. Conductor recto e infinito en el que circula corriente eléctrica y que se encuentra en el interior de un campo magnético uniforme. Diseñado por Marcos Guerrero

Explique:.....

.....
.....

La respuesta correcta es la D. Para determinar la dirección de la fuerza magnética de un conductor con corriente eléctrica que se encuentra en el interior de un campo magnético se utiliza la regla de la mano derecha, por lo tanto la dirección de la fuerza magnética es saliendo de la página

6. A continuación se coloca en forma paralela 2 alambres rectos y muy largos, tal como se muestra en la figura 20. En cada alambre circula la misma corriente eléctrica i . Seleccione y explique, ¿cuál es la dirección de la fuerza, si lo hubiere, que actúa sobre el cable azul?

- A. Hacia la derecha
- B. Hacia la izquierda
- C. Entrando a la página
- D. Saliendo de la página
- E. Hacia abajo

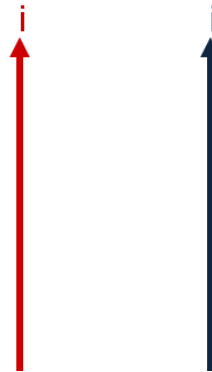


Figura 20: Alambres conductores rectos, paralelos e infinitos en los que circula corriente eléctrica en la misma dirección. Diseñado por Marcos Guerrero

Explique:.....
.....
.....

La respuesta correcta es la B. Primero se determina la dirección del campo magnético generado por el cable rojo sobre el cable azul, usando la regla de la mano derecha. Luego se determina la dirección de la fuerza magnética sobre el cable azul, usando nuevamente la regla de la mano derecha, por lo tanto la dirección de la fuerza magnética es hacia la izquierda

7. A continuación se coloca en forma paralela 2 alambres rectos y muy largos, tal como se muestra en la figura 21. En cada alambre circula la misma corriente eléctrica i . Seleccione y explique, ¿cuál es la dirección de la fuerza, si lo hubiere, que actúa sobre el cable azul?

- A. Hacia la derecha
- B. Hacia la izquierda
- C. Entrando a la página
- D. Saliendo de la página
- E. Hacia abajo

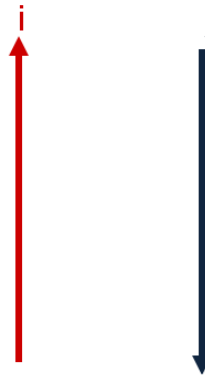


Figura 21: Alambres conductores rectos, paralelos e infinitos en los que circula corriente eléctrica. Diseñado por Marcos Guerrero

Explique:.....
.....
.....

La respuesta correcta es la A. Primero se determina la dirección del campo magnético generado por el cable rojo sobre el cable azul, usando la regla de la mano derecha. Luego se determina la dirección de la fuerza magnética sobre el cable azul, usando nuevamente la regla de la mano derecha, por lo tanto la dirección de la fuerza magnética es hacia la derecha

8. Considere el diagrama que sigue, en el que ejercen fuerzas magnéticas sobre dos hilos por los que circulan corrientes iguales y de sentido contrario perpendiculares a la página, tal como se muestra en la figura 22.



Figura 22: Fuerzas magnéticas entre dos conductores rectos, paralelos e infinitos en los que circulan corrientes eléctricas en direcciones opuestas. Diseñado por Marcos Guerrero

Suponga que se invierte ahora la corriente en el hilo P mientras que la corriente que circula por Q se reduce a la mitad. Seleccione y explique, ¿cuál de los diagramas representa mejor a las fuerzas que se ejercen sobre los dos hilos?

- A.
- B.
- C.
- D.
- E.

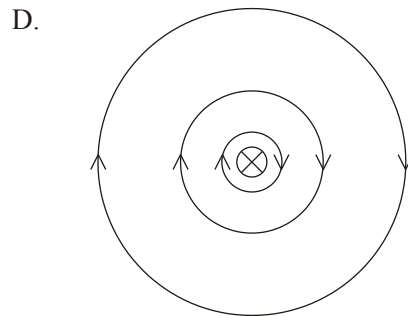
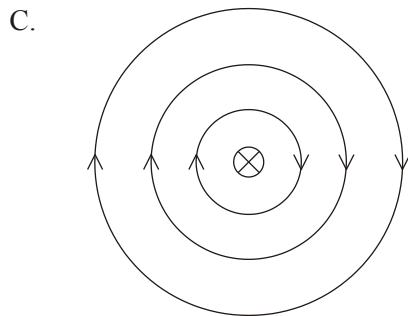
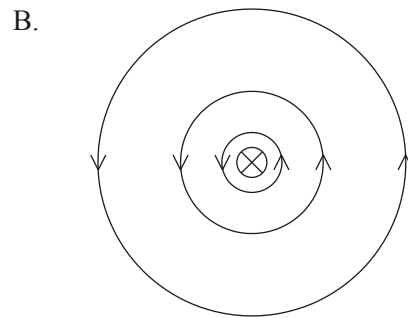
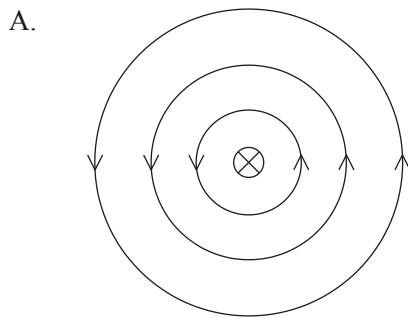
Explique:.....

.....
.....

La respuesta correcta es la E. Es importante recordar que la Tercera Ley de Newton se cumple en la interacción entre los dos conductores y como en los dos cables conductores circula corrientes eléctricas en direcciones opuestas, por lo

tanto se repelen. Adicionalmente una de las corrientes se reduce por lo que la magnitud de la fuerza magnética entre los dos conductores también se reduce.

9. Un alambre recto con corriente se coloca perpendicularmente al plano de la página. Seleccione y explique, ¿cuál de los siguientes diagramas representa mejor el campo magnético alrededor del alambre?



E. No hay campo magnético alrededor del conductor.

Explique:.....
.....
.....

La respuesta correcta es la D. Para determinar la dirección de las líneas de campo magnético producido por un conductor infinito con corriente eléctrica, se utiliza la regla de la mano derecha. Adicionalmente hay que darse cuenta que la

intensidad del campo magnético disminuye a medida que uno se aleja del conductor.

10. Un amperio se define:

- A. como aquella corriente que fluye en cada uno de los hilos rectos paralelos, separados 1 cm, que da como resultado una fuerza de exactamente $2 \cdot 10^{-7}$ N por cada metro de longitud por cada hilo.
- B. como aquella corriente que fluye en cada uno de los hilos rectos paralelos, separados 1 m, que da como resultado una fuerza de exactamente $2 \cdot 10^{-7}$ mN por cada metro de longitud por cada hilo.
- C. como aquella corriente que fluye en cada uno de los hilos rectos paralelos, separados 2 m, que da como resultado una fuerza de exactamente $2 \cdot 10^{-7}$ N por cada metro de longitud por cada hilo.
- D. como aquella corriente que fluye en cada uno de los hilos rectos paralelos, separados 1 m, que da como resultado una fuerza de exactamente $2 \cdot 10^{-7}$ N por cada metro de longitud por cada hilo.
- E. como aquella corriente que fluye en cada uno de los hilos rectos paralelos, separados 1 m, que da como resultado una fuerza de exactamente $2 \cdot 10^{-7}$ N por cada centímetro de longitud por cada hilo.

Explique:.....

.....
.....

La respuesta correcta es la D. Definición de un Amperio
(40 minutos)

4. Lograr la atención.

El siguiente paso, es ingresar al video en el que se muestra experimento sencillo, en donde un cable conductor recto se lo coloca en el interior de un campo magnético estacionario y se observa lo que ocurre, tal como se muestra en la figura 23 . (10 minutos)

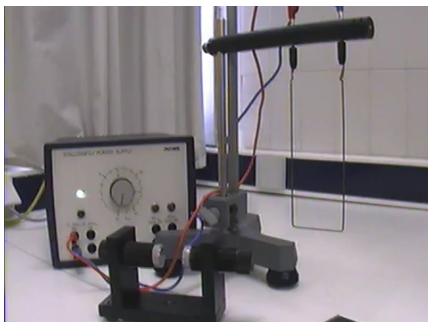


Figura 23: Experimento de un cable recto colocado en un campo magnético obtenido de <http://www.youtube.com/watch?v=DrgGoRfbIN0>

5. Informar a los estudiantes los objetivos de la clase.

Terminado el video, se les dice a los estudiantes que vayan a la presentación de los objetivos generales específicos y realicen una lectura. (10 minutos)

6. Recabar el conocimiento previo.

Se les indica a los estudiantes que vayan a la pestaña que dice recabar el conocimiento previo, en donde se plantea una serie de preguntas que deberán ser respondidas de manera individual en la misma plataforma.

- Defina que es corriente eléctrica.
- Explique cuál es el origen del campo magnético?
- Indique los tipos de fuentes de campo magnético.

- Explique, cómo se origina la fuerza magnética en una partícula cargada que se encuentra en el interior de un campo magnético uniforme?
(20 minutos)

7. Presentar la Información.

Campo magnético de un hilo recto

Cuando se colocan limaduras de hierro en las inmediaciones de un hilo recto, que conduce una corriente eléctrica, éstas se alinean como se representa en la figura 8.

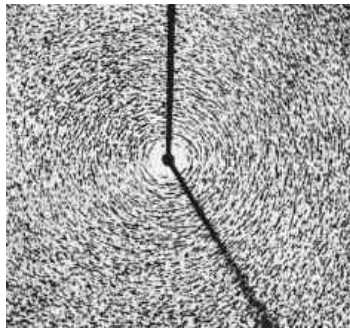


Figura 8: Visualización de las líneas de campo magnético alrededor de un conductor en el que circula corriente eléctrica por medio de limaduras de hierro obtenida de <http://campomagnetico221.blogspot.com/>

En forma gráfica, las líneas de fuerza magnética o líneas de campo magnético son circunferencias concéntricas con centro en el hilo y entre cada línea de fuerza magnética se van alejando una de otra, ya que el campo magnético disminuye conforme se aleja del hilo conductor, tal como se muestra en la figura 9.

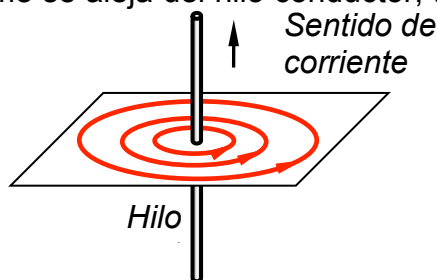


Figura 9: Líneas de campo magnético de un hilo recto muy largo diseñado por Marcos Guerrero

Para determinar el sentido de estas líneas de campo magnético se usa la regla de la mano derecha que dice lo siguiente: “Se sujeta el alambre con la mano derecha, con el pulgar en la dirección de la corriente, ver figura 10, se cierra los dedos y el sentido en el que se cierran los dedos coincide con el de las líneas de campo magnético”. Observe que el vector campo magnético en un punto de la línea de campo magnético es tangente a la trayectoria.

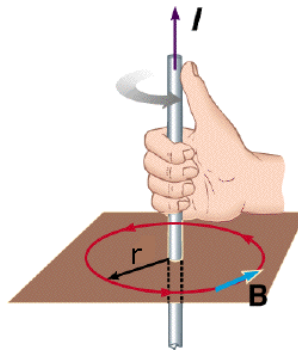


Figura 10: Regla de la mano derecha para determinar la dirección de las líneas de campo magnético alrededor de un conductor con corriente eléctrica diseñado por Marcos Guerrero

Pregunta conceptual:

A continuación se muestra el corte transversal de un conductor infinito por el que circula una corriente eléctrica I ingresando a la página (X significa que ingresa a la página y \bullet significa que sale de la página), tal como se muestra en la siguiente figura 24



Figura 24. Vista frontal de un cable conductor infinitamente largo en el que circula corriente eléctrica. Diseñado por Marcos Guerrero

Indique, ¿cuál de las siguientes alternativas muestra mejor las líneas de campo magnético alrededor del conductor?

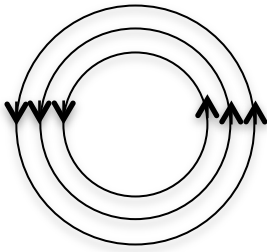


Gráfico A

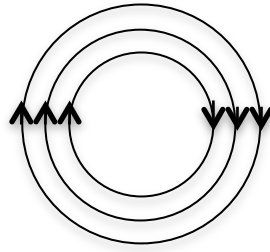


Gráfico B

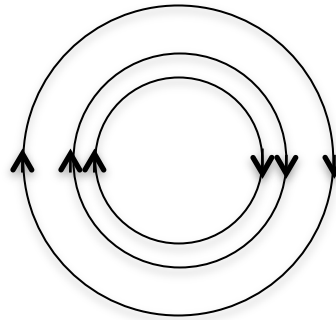


Gráfico C

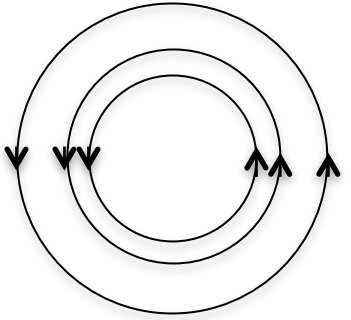


Gráfico D

E. No se puede determinar la forma de las líneas de campo magnético

La respuesta correcta es el gráfico C. Recuerde que en forma gráfica, las líneas de campo magnético son circunferencias concéntricas que se van alejando una de otra y que su dirección se la determina usando la regla de la mano derecha.

Campo magnético generado por un hilo recto

El campo magnético que genera un hilo recto muy largo es tal que sus líneas de fuerza magnética son circunferencias concéntricas al alambre. Este campo tiene menor magnitud, mientras mayor sea la distancia al alambre y menor corriente conduzca el hilo.

Experimentalmente se demuestra que la magnitud del campo magnético B es directamente proporcional a la corriente I que conduce el hilo e inversamente proporcional a la distancia perpendicular al alambre r , tal como se muestra a continuación.

$$B \propto \frac{I}{r} \quad (2)$$

Para llevar de una proporcionalidad a una ecuación se incluye la constante de proporcionalidad que se escribe como $\mu_0/2\pi$, donde $\mu_0=4\pi \times 10^{-7} Tm A^{-1}$ y se denomina *permeabilidad magnética del vacío*, por lo tanto tenemos la ecuación 3:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \quad (3)$$

Ahora como lo constante de proporcionalidad es $\mu_0/2\pi$ y $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} Tm A^{-1}$, tendremos que la nueva constante de proporcionalidad será de $2,0 \times 10^{-7} Tm A^{-1}$.

Problema:

En el esquema de la figura 25 se representan un hilo conductor recto e infinitamente largo que conduce corriente $I = 2,4$ A. Calcule la magnitud y dirección del campo magnético a una distancia de 2,0 cm del hilo, ubicado a su izquierda, sobre la línea xy.

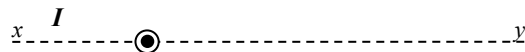


Figura 25: Vista frontal de un hilo conductor recto y largo en el que circula corriente eléctrica. Diseñado por Marcos Guerrero

- A. $2,0 \cdot 10^{-4}$ T dirigida hacia arriba.
- B. $2,0 \cdot 10^{-4}$ T dirigida hacia abajo.
- C. $2,0 \cdot 10^{-5}$ T dirigida hacia arriba.
- D. $2,0 \cdot 10^{-5}$ T dirigida hacia abajo.
- E. $2,0 \cdot 10^{-6}$ T dirigida hacia abajo.

La respuesta correcta es la D. Recuerde que al reemplazar la corriente y la distancia r deben estar en unidades del Sistema Internacional, además la dirección del vector campo magnético se la determina utilizando la regla de la mano derecha

Fuerza magnética en un conductor largo que se encuentra en el interior de un campo magnético uniforme.

Experimentalmente se observa que: *cuando un conductor portador de corriente está inmerso en una región en la que hay un campo magnético, éste le ejerce una fuerza magnética. Esta fuerza magnética es perpendicular a las direcciones de la corriente y el campo magnético.*

La magnitud de la fuerza magnética F ejercida por el campo magnético sobre el conductor portador de corriente es directamente proporcional a la corriente I , a la longitud del alambre l , a la magnitud del campo magnético B y al seno del ángulo θ que forman el campo magnético y el sentido en el que circula la corriente, tal como se muestra en la ecuación 4:

$$F = IlB\text{sen}\theta \quad (4)$$

Cuando el sentido de la corriente y el campo magnético son perpendiculares entre sí ($\theta = 90^\circ$), la magnitud de la fuerza magnética alcanza un valor máximo, tal como se muestra en la ecuación 5:

$$F = IlB \quad (5)$$

Cuando el alambre está orientado de forma paralela al campo magnético, es decir el ángulo $\theta = 0^\circ$ o $\theta = 180^\circ$, no hay fuerza magnética sobre el alambre.

Para determinar la dirección de la fuerza magnética se usa la regla de la mano derecha: *“Con la mano derecha, la dirección del dedo índice debe coincidir con la de la dirección en la que circula la corriente y la dirección del dedo medio debe coincidir con la dirección del campo magnético, por lo que la dirección de la fuerza magnética coincide con la del pulgar (ver figura 11 y 12)”*.

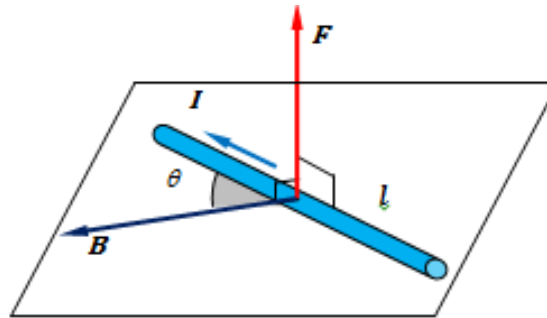


Figura 11: La fuerza magnética sobre un conductor es perpendicular al campo y a la corriente eléctrica diseñado por Marcos Guerrero



Figura 12: Regla de la mano derecha para obtener la dirección de la fuerza magnética sobre un hilo conductor recto en el que circula corriente eléctrica obtenido de <http://angelicaperdomo123.wordpress.com/acerca-del-1er-corte/magnetismo/regla-o-ley-de-la-mano-derecha/>

Pregunta.

En el esquema inferior se representa a un hilo conductor recto portador de corriente en el interior de un campo magnético generado por un *imán en forma de U*, tal como se muestra en la figura 26. Indique, ¿cuál es la dirección de la fuerza magnética que actúa sobre el hilo conductor?

- A. Dirigida hacia arriba
- B. Dirigida hacia abajo
- C. Dirigida hacia el polo magnético sur.
- D. Dirigida hacia el polo magnético norte

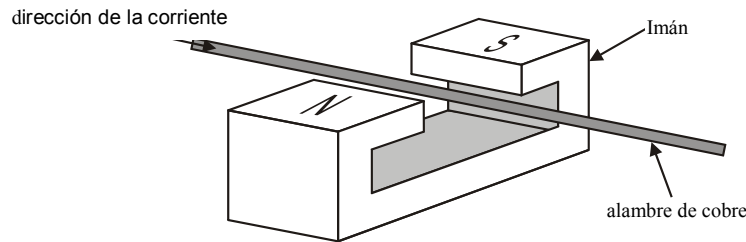


Figura 26: Conductor recto con corriente eléctrica que se encuentra en el interior de un campo magnético producido por un imán en forma de U. Diseñado por Marcos Guerrero

La respuesta correcta es la B. Para determinar la dirección de la fuerza magnética de un conductor con corriente que se encuentra en el interior de un campo magnético se utiliza la regla de la mano derecha.

Problema.

Un hilo recto que conduce una corriente estacionaria de 2,5 A está inmerso en un campo magnético de 6,4 mT (miliTesla) . Si la longitud del hilo mide 24 cm y el ángulo que forma la corriente y el campo es 22°, determinar, ¿cuánto mide la fuerza magnética que actúa sobre él?

- A. $1,4 \times 10^{-1}$ N
- B. $1,4 \times 10^{-4}$ N
- C. $1,4 \times 10^{-2}$ N
- D. $1,4 \times 10^{-3}$ N

La respuesta correcta es la B. Se debe tener cuidado con las unidades de la longitud y del campo magnético, deben estar en m y T respectivamente.

Fuerza magnética entre dos conductores paralelos infinitos

Al representar dos conductores rectilíneos de longitud infinita, paralelos entre si, separados a una distancia d (ver figura 13a), por los cuales circulan corriente eléctricas de intensidades I_1 e I_2 en el mismo sentido, se tiene que la corriente que pasa por el primer conductor I_1 crea a su alrededor un campo magnético B_1 y a una distancia d su magnitud de campo magnético estará dado por la ecuación 6:

$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d} (6)$$

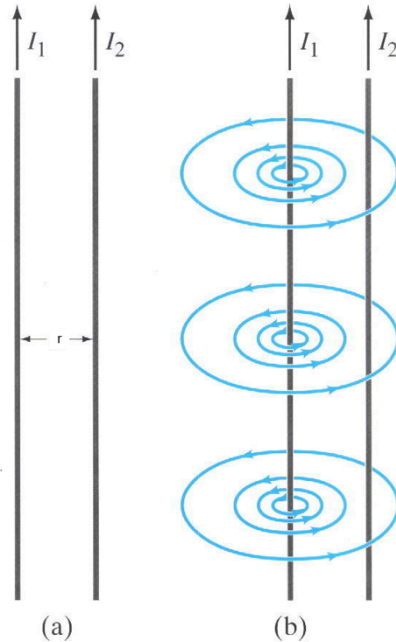


Figura 13 a: Conductores rectos e infinitos en los que circulan corrientes eléctricas en la misma dirección obtenido de Física para científicos e ingenieros, tercera edición, Douglas C. Giancoli.

Figura 13 b: Líneas de campo magnético producido por uno de los conductores rectos e infinitos obtenido de Física para científicos e ingenieros, tercera edición, Douglas C. Giancoli.

Aplicando la regla de la mano derecha para determinar el campo magnético generado por el conductor 1 se encuentra la dirección de las líneas de campo magnético (ver figura 13 b). Como el segundo conductor se encuentra en el campo magnético de la corriente I_1 está sometido a una fuerza magnética cuyo módulo, para una longitud l está dado por la ecuación 7:

$$F_1 = I_2 l B_1 (7)$$

Como el vector campo magnético B_1 es perpendicular al segundo conductor, entonces observamos (ver figura 14) que la dirección fuerza magnética en el cable 2 es de atracción hacia el cable 1.

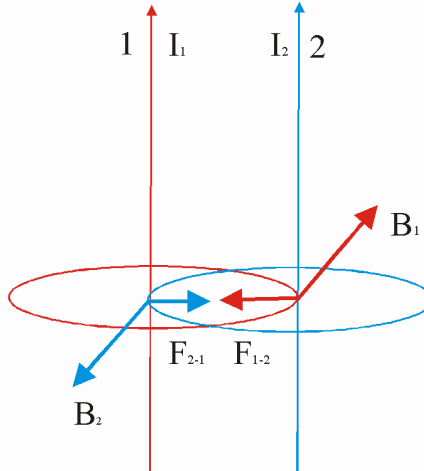


Figura 14: Vector campo magnético producido por un conductor sobre el otro obtenida de http://www.iesbajoaragon.com/~fisica/fisica2/EM/junio_0304b.htm

Si reemplazamos la ecuación 6 en la ecuación 7 tendremos la ecuación 8:

$$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d} (8)$$

Por razonamiento análogo, la corriente I_2 origina en el conductor 1 a una distancia d un campo magnético B_2 que actúa sobre el primer conductor con una fuerza F cuyo módulo está dado por la ecuación 4, pero la dirección de la fuerza es hacia el conductor 2.

Por lo tanto se concluye:

“Dos hilos rectos que conducen corrientes en la misma dirección se atraen mutuamente, mientras que si las corrientes tienen direcciones opuestas se repelen entre sí”.

Si la magnitud de las corrientes son I_1 e I_2 y la distancia que separa a los hilos es d , en cualquiera de los dos casos, la magnitud de la fuerza magnética por unidad de longitud que se ejercen se calcula por la ecuación 9:

$$\frac{F}{l} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d} \quad (9)$$

Además se puede ver que estas dos fuerzas cumplen la tercera ley de Newton.

Problema.

Dos hilos rectos infinitamente largos, conducen corrientes de 2,0 A y 8,0 A en sentidos contrarios. Los alambres están separados 8,0 mm. Determine el módulo de la fuerza por unidad de longitud que se ejercen los alambres (indicando si es de atracción o de repulsión).

- A. $4,0 \times 10^{-4} \text{ Nm}^{-1}$
- B. $4,0 \times 10^{-1} \text{ Nm}^{-1}$
- C. $4,0 \times 10^{-2} \text{ Nm}^{-1}$
- D. $4,0 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$

La respuesta correcta es la A. Recordar que la distancia entre alambres debe estar en m.

Definición del amperio

“Un amperio se define como aquella corriente que fluye en cada uno de los hilos rectos paralelos, separados 1 m, que da como resultado una fuerza de exactamente $2 \cdot 10^{-7} \text{ N}$ por cada metro de longitud por cada hilo”

Pregunta conceptual

Un amperio se define:

- A. como aquella corriente que fluye en cada uno de los hilos rectos paralelos, separados 1 cm, que da como resultado una fuerza de exactamente $2 \cdot 10^{-7}$ N por cada metro de longitud por cada hilo.
- B. como aquella corriente que fluye en cada uno de los hilos rectos paralelos, separados 1 cm, que da como resultado una fuerza de exactamente $2 \cdot 10^{-7}$ N por cada metro de longitud por cada hilo.
- C. como aquella corriente que fluye en cada uno de los hilos rectos paralelos, separados 2 m, que da como resultado una fuerza de exactamente $2 \cdot 10^{-7}$ N por cada metro de longitud por cada hilo.
- D. como aquella corriente que fluye en cada uno de los hilos rectos paralelos, separados 1 m, que da como resultado una fuerza de exactamente $2 \cdot 10^{-7}$ N por cada metro de longitud por cada hilo.

La respuesta correcta es la D. Recordar definición.

(80 minutos)

8. Proveer guía en el aprendizaje.

Se les indica a los estudiantes que presionen en la pestaña proveer guía en el aprendizaje, en donde se muestra un organizador gráfico (mapa conceptual), donde se conceptualiza la fuerza magnética entre dos conductores infinitos en los que circula corriente eléctrica estacionaria, ver figura 27. (10 minutos)

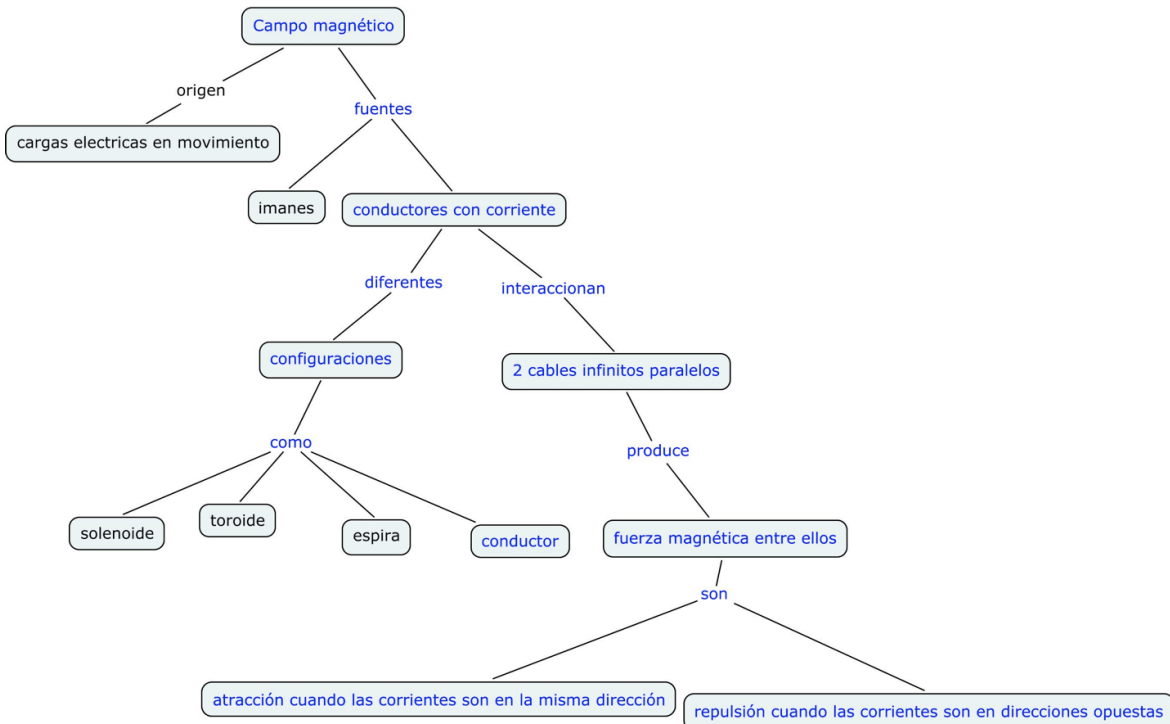


Figura 27: Mapa conceptual sobre el cálculo de la fuerza magnética entre dos conductores rectos, paralelos e infinitos. Diseñado por Marcos Guerrero

9. Demostrar el desempeño.

Se les indica a los estudiantes que se dirijan a la pestaña de demostrar el desempeño y que presionen, luego de esto, se les presenta una actividad grupal (2 estudiantes por computadora), donde se proponen una situación con una serie de preguntas cualitativas y cuantitativas con opciones múltiples para evidenciar el aprendizaje.

(30 minutos)

Actividad

Dos conductores rectilíneos, paralelos e infinitos A y D, distan entre sí una distancia $d = 0,2 \text{ m}$. Si por el hilo A pasa una corriente de intensidad $I_1 = 6,0 \text{ A}$ y a $0,1 \text{ m}$, tal como se muestra en la figura 28

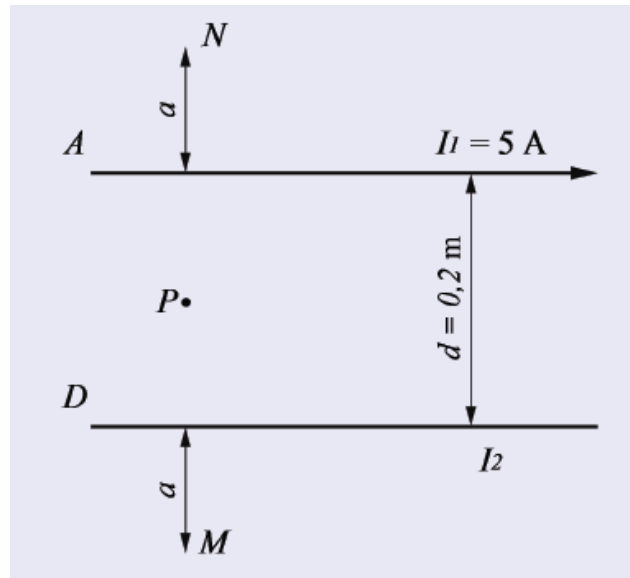


Figura 28: Conductores rectos, paralelos e infinitos en los que circulan corriente eléctrica

1. Indicar la dirección del campo magnético en los puntos M, N y P respectivamente debido solamente al conductor A.
 - A. saliendo, entrando y entrando de la página.
 - B. entrando, saliendo y entrando de la página.
 - C. saliendo, entrando y saliendo de la página.
 - D. En los 3 puntos saliendo de la página.

La respuesta correcta es la B. No se olvide de utilizar la regla de la mano derecha.

2. Indicar la dirección del campo magnético en el punto M, N y P respectivamente debido solamente al conductor D.

- A. saliendo, entrando y entrando de la página.
- B. entrando, saliendo y entrando de la página.
- C. saliendo , entrando y saliendo de la página.
- D. En los 3 puntos saliendo de la página.

La respuesta correcta es la A. No se olvide de utilizar la regla de la mano derecha.

3. Determinar el valor y la dirección de la corriente que pasa por el conductor D, si en el punto M, distante del conductor D, el campo magnético resultante debido a los conductores A y D es nulo.

- A. 2,0 A hacia la derecha
- B. 2,0 A hacia la izquierda
- C. 3,0 A hacia la derecha
- D. 3,0 A hacia la izquierda

La respuesta correcta es la B. No se olvide que hay que utilizar la regla de la mano derecha en cada conductor para determinar la dirección de los dos campos magnéticos y adicionalmente hay que utilizar en cada conductor la ecuación para determinar el campo magnético debido a un conductor con corriente a una cierta distancia.

4. Indicar la dirección del campo magnético del conductor A sobre el conductor D (situación 1) y la dirección del campo magnético del conductor D sobre el conductor A (situación 2)

- A. Entrando a la página en la situación 1 y saliendo de la página en la situación 2.
- B. Saliendo de la página en la situación 1 y entrando a la página en la situación 2.
- C. En ambas situaciones el campo magnético entra a la página.
- D. En ambas situaciones el campo magnético sale de la página.

La respuesta correcta es la C. No se olvide de utilizar la regla de la mano derecha para determinar la dirección del campo magnético producido por un conductor infinito con corriente eléctrica.

5. Indicar la dirección de la fuerza magnética en cada conductor.

- A. En el conductor A es hacia abajo y en el conductor D es hacia arriba.
- B. En el conductor A es hacia arriba y en el conductor D es hacia abajo.
- C. En ambos conductores la fuerza magnética esta dirigida hacia arriba.
- D. En ambos conductores la fuerza magnética está dirigida hacia abajo.

La respuesta correcta es la B. No se olvide de utilizar la regla de la mano derecha para determinar la dirección del campo magnético producido por un conductor infinito con corriente eléctrica y tambien para determinar la dirección de la fuerza magnética en un condctor con corriente eléctrica.

6. Si la corriente eléctrica $I_2 = 3,0 \text{ A}$ es hacia la izquierda, determinar la magnitud de la fuerza magnética por unidad de longitud entre ambos conductores.

- A. $1,8 \times 10^{-2} \text{ Nm}^{-1}$
- B. $1,8 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$
- C. $1,8 \times 10^{-4} \text{ Nm}^{-1}$
- D. $1,8 \times 10^{-5} \text{ Nm}^{-1}$

La respuesta correcta es la D. No se olvide de utilizar la ecuación para determinar la dirección de la fuerza magnética entre conductores paralelos e infinitos con corriente eléctrica.

10. Dar Retroalimentación.(simultáneo con el desempeño)

Se realiza el seguimiento de la actividad grupal, donde se les indica a los estudiantes, si el proceso de desarrollo es el correcto o no. Es importante brindar la confianza para la comunicación y el ánimo para conseguir el objetivo de la actividad.

11. Evaluación del desempeño.

Luego de terminada la actividad se le indica al estudiante que se dirija a la pestaña de Evaluación del desempeño, en donde se les muestra la misma prueba de entrada para así verificar lo aprendido en este tema.

PRUEBA DE SALIDA

Las preguntas presentadas a continuación tienen la finalidad de recabar información sobre lo aprendido en la unidad de campo magnético estacionario, especialmente en los temas relacionados específicamente con conductores infinitamente largos en los que circula la corriente eléctrica.

INSTRUCCIONES

- Leer con atención cada una de las situaciones que se presentan.
- Por favor, selecciona la respuesta que consideres apropiada según tus conocimientos y luego explica en forma breve y detallada la selección de tu respuesta.
- Esfuérzate en seleccionar y responder cada una de las situaciones planteadas.
- No converses con tus compañeros. El cuestionario es individual.

1. A continuación se muestra un cable infinitamente largo en el que circula una corriente eléctrica i , ver figura 15. Seleccione y explique, ¿cuál es la dirección del campo magnético B , si lo hubiere, en el punto que se muestra con color ce

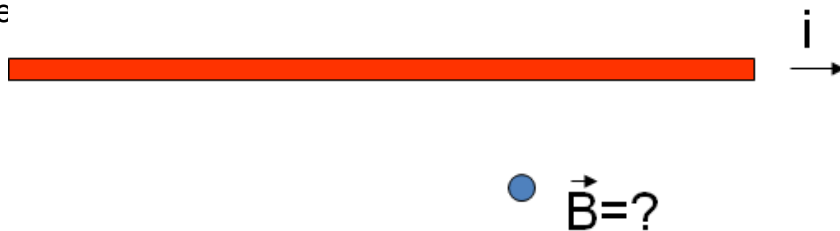


Figura 15. Cable conductor infinitamente largo en el que circula corriente eléctrica. Diseñado por Marcos Guerrero

- A. Hacia la derecha
- B. Saliendo de la página
- C. Entrando a la página
- D. Hacia arriba
- E. Hacia abajo

Explique:.....

.....
.....

La respuesta correcta es la C. Para determinar la dirección del campo magnético producido por un conductor con corriente, se debe utilizar la regla de la mano derecha, por lo tanto la dirección del vector campo magnético es ingresando a la página

2. A continuación se muestra un cable infinitamente largo en el que circula una corriente eléctrica i , ver figura 16. Seleccione y explique, ¿cuál es la dirección del campo magnético B , si lo hubiere, en el punto que se muestra con color celeste?

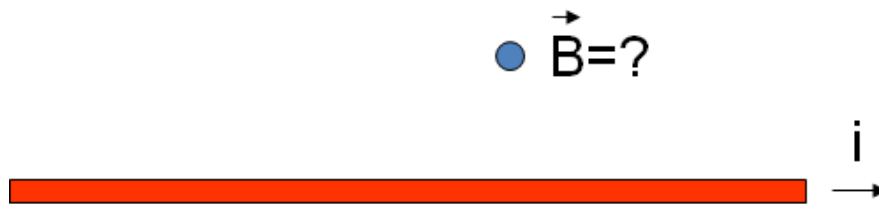


Figura 16. Cable conductor infinitamente largo en el que circula corriente eléctrica. Diseñado por Marcos Guerrero

- A. Hacia la derecha
- B. Saliendo de la página
- C. Entrando a la página
- D. Hacia arriba
- E. Hacia abajo

Explique:.....
.....
.....

La respuesta correcta es la B. Para determinar la dirección del campo magnético debido a un conductor con corriente se utiliza la regla de la mano derecha, por lo tanto la dirección del vector campo magnético es saliendo de la página

3. A continuación se muestra un conductor recto e infinito que conduce una corriente eléctrica estacionaria I y que se encuentra en el interior de un campo magnético uniforme B , ver figura 17. Seleccione y explique la dirección de la fuerza magnética que actúa sobre un conductor recto e infinito.

- A. Hacia la izquierda
- B. Hacia la derecha
- C. Entrando a la página
- D. Saliendo de la página
- E. Hacia abajo

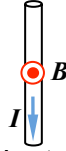


Figura 17: Conductor recto e infinito en el que circula corriente eléctrica y que se encuentra en el interior de un campo magnético uniforme. Diseñado por Marcos Guerrero

Explique:.....

.....

.....

La respuesta correcta es la A. Para determinar la dirección de la fuerza magnética de un conductor con corriente eléctrica que se encuentra en el interior de un campo magnético se utiliza la regla de la mano derecha, por lo tanto la dirección de la fuerza magnética es hacia la izquierda.

4. A continuación se muestra un conductor recto e infinito que conduce una corriente eléctrica estacionaria I y que se encuentra en el interior de un campo magnético uniforme B , ver figura 18. Seleccione y explique la dirección de la fuerza magnética que actúa sobre un conductor recto e infinito.

- A. Hacia la derecha
- B. Hacia la izquierda
- C. Entrando a la página
- D. Saliendo de la página
- E. Hacia abajo



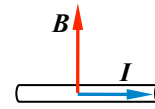
Figura 18: Conductor recto e infinito en el que circula corriente eléctrica y que se encuentra en el interior de un campo magnético uniforme. Diseñado por Marcos Guerrero

Explique:.....

.....
.....

La respuesta correcta es la E. Para determinar la dirección de la fuerza magnética de un conductor con corriente eléctrica que se encuentra en el interior de un campo magnético se utiliza la regla de la mano derecha, por lo tanto la dirección de la fuerza magnética es hacia abajo.

5. A continuación se muestra un conductor recto e infinito que conduce una corriente eléctrica estacionaria I y que se encuentra en el interior de un campo magnético uniforme B , ver figura 19. Seleccione y explique la dirección de la fuerza magnética que actúa sobre un conductor recto e infinito.



- A. Hacia la derecha
- B. Hacia la izquierda
- C. Entrando a la página
- D. Saliendo de la página
- E. Hacia abajo

Figura 19. Conductor recto e infinito en el que circula corriente eléctrica y que se encuentra en el interior de un campo magnético uniforme. Diseñado por Marcos Guerrero

Explique:.....

.....
.....

La respuesta correcta es la D. Para determinar la dirección de la fuerza magnética de un conductor con corriente eléctrica que se encuentra en el interior de un campo magnético se utiliza la regla de la mano derecha, por lo tanto la dirección de la fuerza magnética es saliendo de la página

6. A continuación se coloca en forma paralela 2 alambres rectos y muy largos, tal como se muestra en la figura 20. En cada alambre circula la misma corriente eléctrica i . Seleccione y explique, ¿cuál es la dirección de la fuerza, si lo hubiere, que actúa sobre el cable azul?

- A. Hacia la derecha
- B. Hacia la izquierda
- C. Entrando a la página
- D. Saliendo de la página
- E. Hacia abajo

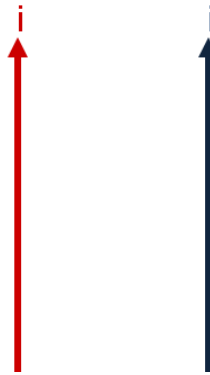


Figura 20: Alambres conductores rectos, paralelos e infinitos en los que circula corriente eléctrica en la misma dirección. Diseñado por Marcos Guerrero

Explique:.....

.....

.....

La respuesta correcta es la B. Primero se determina la dirección del campo magnético generado por el cable rojo sobre el cable azul, usando la regla de la mano derecha. Luego se determina la dirección de la fuerza magnética sobre el cable azul, usando nuevamente la regla de la mano derecha, por lo tanto la dirección de la fuerza magnética es hacia la izquierda

7. A continuación se coloca en forma paralela 2 alambres rectos y muy largos, tal como se muestra en la figura 21. En cada alambre circula la misma corriente eléctrica i . Seleccione y explique, ¿cuál es la dirección de la fuerza, si lo hubiere, que actúa sobre el cable azul?

- A. Hacia la derecha
- B. Hacia la izquierda
- C. Entrando a la página
- D. Saliendo de la página
- E. Hacia abajo

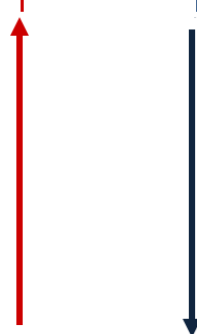


Figura 21: Alambres conductores rectos, paralelos e infinitos en los que circula corriente eléctrica. Diseñado por Marcos Guerrero

Explique:.....

.....

.....

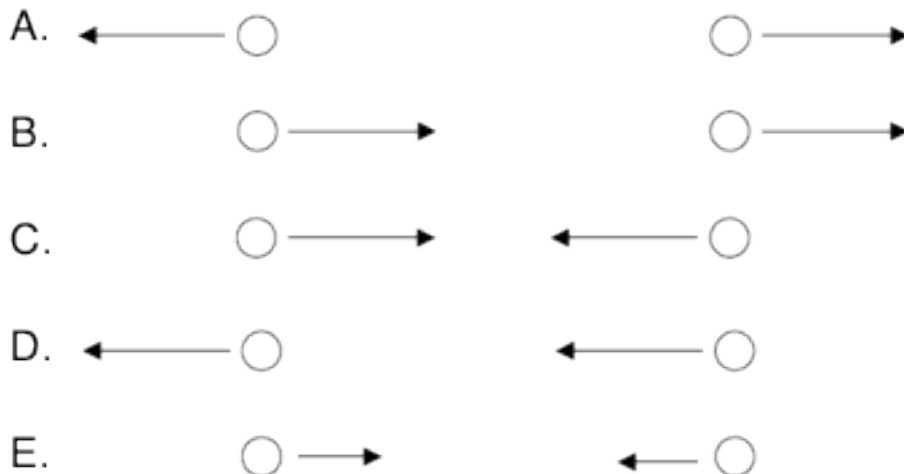
La respuesta correcta es la A. Primero se determina la dirección del campo magnético generado por el cable rojo sobre el cable azul, usando la regla de la mano derecha. Luego se determina la dirección de la fuerza magnética sobre el cable azul, usando nuevamente la regla de la mano derecha, por lo tanto la dirección de la fuerza magnética es hacia la derecha.

8. Considere el diagrama que sigue, en el que ejercen fuerzas magnéticas sobre dos hilos por los que circulan corrientes iguales y de sentido contrario perpendiculares a la página, tal como se muestra en la figura 22.



Figura 22: Fuerzas magnéticas entre dos conductores rectos, paralelos e infinitos en los que circulan corrientes eléctricas en direcciones opuestas. Diseñado por Marcos Guerrero

Suponga que se invierte ahora la corriente en el hilo P mientras que la corriente que circula por Q se reduce a la mitad. Seleccione y explique, ¿cuál de los diagramas representa mejor a las fuerzas que se ejercen sobre los dos hilos?

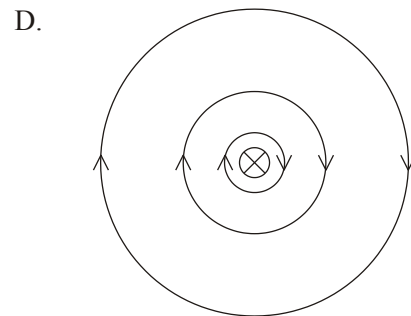
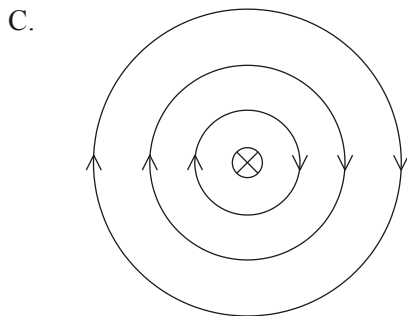
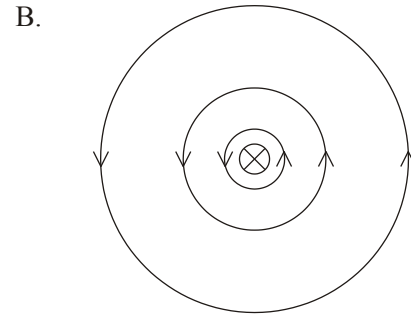
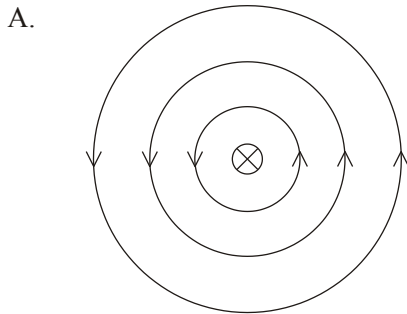


Explique:.....

.....
.....

La respuesta correcta es la E. Es importante recordar que la Tercera Ley de Newton se cumple en la interacción entre los dos conductores y como en los dos cables conductores circula corrientes eléctricas en direcciones opuestas, por lo tanto se repelen. Adicionalmente una de las corrientes se reduce por lo que la magnitud de la fuerza magnética entre los dos conductores también se reduce.

9. Un alambre recto con corriente se coloca perpendicularmente al plano de la página. Seleccione y explique, ¿cuál de los siguientes diagramas representa mejor el campo magnético alrededor del alambre?



E. No hay campo magnético alrededor del conductor.

Explique:.....

.....
.....

La respuesta correcta es la D. Para determinar la dirección de las líneas de campo magnético producido por un conductor infinito con corriente eléctrica, se utiliza la regla de la mano derecha. Adicionalmente hay que darse cuenta que la intensidad del campo magnético disminuye a medida que uno se aleja del conductor.

10. Un amperio se define:

- A. como aquella corriente que fluye en cada uno de los hilos rectos paralelos, separados 1 cm, que da como resultado una fuerza de exactamente $2 \cdot 10^{-7}$ N por cada metro de longitud por cada hilo.
- B. como aquella corriente que fluye en cada uno de los hilos rectos paralelos, separados 1 m, que da como resultado una fuerza de exactamente $2 \cdot 10^{-7}$ mN por cada metro de longitud por cada hilo.
- C. como aquella corriente que fluye en cada uno de los hilos rectos paralelos, separados 2 m, que da como resultado una fuerza de exactamente $2 \cdot 10^{-7}$ N por cada metro de longitud por cada hilo.
- D. como aquella corriente que fluye en cada uno de los hilos rectos paralelos, separados 1 m, que da como resultado una fuerza de exactamente $2 \cdot 10^{-7}$ N por cada metro de longitud por cada hilo.
- E. como aquella corriente que fluye en cada uno de los hilos rectos paralelos, separados 1 m, que da como resultado una fuerza de exactamente $2 \cdot 10^{-7}$ N por cada centímetro de longitud por cada hilo.

Explique:.....

.....
.....

La respuesta correcta es la D. Definición de un Amperio
(40 minutos)

12.Fomentar la retención y la transferencia.

Se informa a los estudiantes sobre la importancia del campo magnético y la fuerza magnética en conductores para entender el funcionamiento de motores eléctricos. Se muestra una animación (10 minutos)

A continuación se muestra una animación que muestra el funcionamiento de un motor, ver figura 29. En la animación se puede controlar la dirección de la rotación del motor, solo intercambiando la dirección de la circulación de la corriente eléctrica, también se puede controlar la rapidez de rotación de la espira. Además se puede mostrar la dirección del campo magnético, de la corriente eléctrica y de la fuerza magnética.

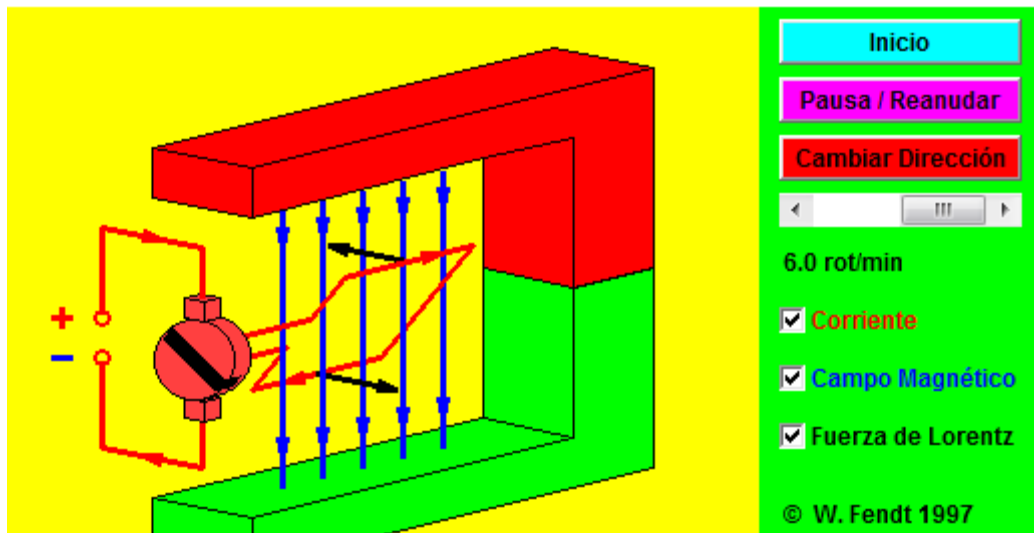


Figura 29: Animación de un motor de corriente continua obtenido de <http://www.walter-fendt.de/ph14s/>

APENDICE B
RUBRICA PARA EVALUAR LA PRUEBA DE ENTRADA Y DE SALIDA

Tema	0,6 puntos	0,6 puntos	0,8 puntos
1. Dirección del campo magnético en un punto en el espacio debido a un conductor infinitamente largo en el que circula corriente eléctrica estacionaria.	Aplica la regla de la mano derecha para determinar la dirección del campo magnético producido por el conductor infinitamente largo en el que circula corriente eléctrica estacionaria	Selecciona la respuesta correcta C	Explica la regla de la mano derecha.
2. Dirección del campo magnético en un punto en el espacio debido a un conductor infinitamente largo en el que circula corriente eléctrica estacionaria.	Aplica la regla de la mano derecha para determinar la dirección del campo magnético producido por el conductor infinitamente largo en el que circula corriente eléctrica estacionaria	Selecciona la respuesta correcta B	Explica la regla de la mano derecha.
3. Dirección de la Fuerza Magnética en un conductor infinitamente largo en el que circula corriente eléctrica estacionaria y que se encuentra en el interior de un campo magnético uniforme.	Aplica la regla de la mano derecha para determinar la dirección de la fuerza magnética en un conductor infinitamente largo en el que circula corriente eléctrica estacionaria y que se encuentra en el interior de un campo magnético uniforme	Selecciona la respuesta correcta A	Explica la regla de la mano derecha.
4. Dirección de la Fuerza Magnética en un conductor infinitamente largo en el que circula corriente eléctrica	Aplica la regla de la mano derecha para determinar la dirección de la fuerza magnética en un conductor	Selecciona la respuesta correcta E	Explica la regla de la mano derecha.

estacionaria y que se encuentra en el interior de un campo magnético uniforme.	infinitamente largo en el que circula corriente eléctrica estacionaria y que se encuentra en el interior de un campo magnético uniforme		
5. Dirección de la Fuerza Magnética en un conductor infinitamente largo en el que circula corriente eléctrica estacionaria y que se encuentra en el interior de un campo magnético creado por otro conductor paralelo.	Aplica la regla de la mano derecha	Selecciona la respuesta correcta D	Explica la regla de la mano derecha.
6. Dirección de la fuerza magnética entre dos conductores infinitamente largos en los que circula corrientes eléctricas estacionarias y que se encuentra en el interior de un campo magnético creado por otro conductor paralelo.	Aplica la regla de la mano derecha	Selecciona la respuesta correcta B	Explica la regla de la mano derecha.
7. Dirección de la fuerza magnética entre dos conductores infinitamente largos en los que circula corrientes eléctricas estacionarias y que se encuentra en el interior de un campo magnético creado por otro conductor paralelo.	Aplica la regla de la mano derecha	Selecciona la respuesta correcta A	Explica la regla de la mano derecha.

<p>8. Magnitud y dirección de la fuerza magnética entre dos conductores infinitamente largos en los que circula corrientes eléctricas estacionarias y que se encuentra en el interior de un campo magnético creado por otro conductor paralelo.</p>	<p>Aplica la regla de la mano derecha</p>	<p>Selecciona la respuesta correcta E</p>	<p>Explica la regla de la mano derecha y que cuando se reduce la intensidad de la corriente eléctrica de uno de los conductores también se reduce en la misma proporción la magnitud de la fuerza magnética entre los dos conductores</p>
<p>9. Forma de las líneas de campo magnético en el exterior de un conductor con corriente eléctrica estacionaria</p>	<p>Aplica la regla de la mano derecha</p>	<p>Selecciona la respuesta correcta D</p>	<p>Explica la regla de la mano derecha y que cuando uno se aleja del conductor con corriente eléctrica estacionaria las separación entre líneas de campo magnético aumentaba debido a que el campo magnético se vuelve más débil.</p>
<p>10. Unidad de Amperio</p>	<p>Aplica la ecuación de fuerza magnética entre dos conductores para deducir la definición de amperio</p>	<p>Selecciona la respuesta correcta D</p>	<p>Defina de manera correcta y utilizando los valores adecuados.</p>

APENDICE C

RESULTADOS DE LA PRUEBA DE ENTRADA Y SALIDA.

MUESTRA	TEMA 1		TEMA 2		TEMA 3		TEMA 4		TEMA 5		TEMA 6		TEMA 7		TEMA 8		TEMA 9		TEMA 10		TOTAL		PORCENTAJE		
	PE	PS	PE	PS	PE	PS	PE	PS	PE	PS	PE	PS	PE	PS	PE	PS	PE	PS	PE	PS	PE	PS	PE	PS	
ESTUDIANTE 1	0,00	1,20	0,00	1,20	1,20	0,00	0,00	1,20	1,20	0,00	0,00	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	2,40	5,40	12,00%	27,00%
ESTUDIANTE 2	0,00	1,20	0,00	1,20	0,00	1,20	0,00	1,20	0,00	1,20	0,60	1,20	0,00	1,20	0,60	0,60	0,60	1,20	0,00	0,00	1,80	10,20	9,00%	51,00%	
ESTUDIANTE 3	0,00	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	0,00	1,20	0,00	0,60	1,40	4,20	7,00%	21,00%	
ESTUDIANTE 4	0,00	1,20	0,00	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	0,00	0,00	0,00	1,20	0,00	1,20	0,00	0,00	0,00	1,20	0,00	7,20	0,00%	36,00%	
ESTUDIANTE 5	0,00	1,20	0,00	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	0,00	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	0,00	6,00	0,00%	30,00%	
ESTUDIANTE 6	0,00	1,20	0,00	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	2,00	1,20	1,20	0,00	1,20	1,20	1,20	8,00	8,40	40,00%	42,00%
ESTUDIANTE 7	0,00	1,20	0,00	1,20	0,00	0,00	0,00	1,20	0,00	1,20	0,00	1,20	0,00	1,20	0,00	1,20	0,00	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	10,80	6,00%	54,00%
ESTUDIANTE 8	0,00	1,20	0,00	1,20	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	0,00	1,20	0,00	0,00	0,00	1,20	0,00	0,00	1,20	1,20	1,20	2,40	7,20	12,00%	36,00%
ESTUDIANTE 9	0,00	1,20	0,00	1,20	0,00	0,00	0,00	1,20	0,00	1,20	0,00	1,20	0,00	1,20	0,00	1,20	0,00	0,00	1,20	1,20	1,20	1,20	9,60	6,00%	48,00%
ESTUDIANTE 10	0,00	1,20	0,00	1,20	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	0,00	1,20	0,00	0,00	0,00	1,20	0,00	0,00	1,20	1,20	1,20	2,40	7,20	12,00%	36,00%
ESTUDIANTE 11	0,00	1,20	0,00	1,20	0,00	1,20	0,00	1,20	0,00	1,20	0,00	1,20	0,00	1,20	0,00	1,20	0,00	1,20	0,60	1,20	0,60	12,00	3,00%	60,00%	
ESTUDIANTE 12	0,00	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	0,00	1,20	0,00	0,00	0,00	1,20	0,00	1,20	0,60	1,20	0,60	7,20	3,00%	36,00%	
ESTUDIANTE 13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,60	0,00	0,60	0,60	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	1,80	6,00%	9,00%	
ESTUDIANTE 14	0,00	1,20	0,60	1,20	0,00	0,00	0,00	1,20	0,60	1,20	0,60	1,20	0,60	1,20	0,00	1,20	0,60	1,20	0,60	1,20	3,60	10,80	18,00%	54,00%	
ESTUDIANTE 15	0,00	1,20	1,20	1,20	0,00	1,20	0,00	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	0,60	1,20	0,00	1,20	1,80	8,40	9,00%	42,00%	
ESTUDIANTE 16	1,20	1,20	0,60	1,20	0,00	1,20	0,00	1,20	0,00	1,20	0,60	0,00	0,00	1,20	0,00	1,20	0,60	1,20	0,60	0,60	3,60	10,20	18,00%	51,00%	
TOTAL POR TEMA	1,20	18,00	2,40	15,60	3,60	4,80	0,00	9,60	4,40	13,20	3,60	13,80	1,80	11,40	3,20	15,60	3,60	9,60	8,40	15,00					
PORCENTAJE	3,5%	52,9%	7,1%	45,9%	10,59%	14,12%	0,00%	28,24%	12,94%	38,82%	10,59%	40,59%	5,29%	33,53%	9,41%	45,88%	10,59%	28,24%	24,71%	44,12%					